Dossier 1
Compléments sur les requêtes SQL

1 Sous-requêtes multilignes : les quantificateurs ALL et ANY

Les quantificateurs `ALL` et `ANY` permettent, avec une requête imbriquée, d'utiliser des opérateurs de comparaison (`=, >=, >, <=, <, <>`) même si la sous-requête retourne plusieurs lignes.

Exemple :
PERSONNES (codePersonne, nomPersonne, prenomPersonne, agePersonne, villePersonne)

Question : R1 : Personnes qui sont plus vieilles que toutes les personnes qui vivent à 'Montpellier.'

```
SELECT *
FROM Personnes
WHERE agePersonne > ALL (SELECT agePersonne
                         FROM Personnes
                         WHERE villePersonne = 'Montpellier') ;
```

Question : R2 : Personnes qui sont plus vieilles qu'une des personnes qui vivent à 'Montpellier.'

```
SELECT *
FROM Personnes
WHERE agePersonne > ANY (SELECT agePersonne
                         FROM Personnes
                         WHERE villePersonne = 'Montpellier') ;
```

Il est à noter qu'on peut toujours se passer de ces quantificateurs et utiliser à la place les fonctions `MIN`, `MAX` ou le prédicat `IN`. Et comme nous le verrons plus tard, les quantificateurs `ALL` et `ANY` sont à utiliser avec précaution lorsqu'on a affaire à des valeurs `NULL`.

> ALL	**> MAX()**
> ANY	**> MIN()**
< ALL	**< MIN()**
< ANY	**< MAX()**
= ALL	**= MIN() AND = MAX()**
= ANY	**IN**

Par exemple, il est possible de réaliser la requête 1 avec un '> MAX' (et la 2 avec un '> MIN')

```
SELECT *
FROM Personnes
WHERE agePersonne > (SELECT MAX(agePersonne)
                     FROM Personnes
                     WHERE villePersonne = 'Montpellier') ;
```

2 Les expressions de table (CTE)

Une expression de table (ou CTE : Common Table Expression) est une sous-requête `SELECT` temporaire exprimée à l'intérieur d'une requête principale, et dont le résultat est nommé puis utilisé comme une table par la requête principale. Il est inutile d'utiliser des expressions de table pour faire des requêtes simples, mais dans le cas où on a affaire à des requêtes complexes, elles peuvent être utiles pour simplifier le code. On peut également utiliser une vue pour cela, mais contrairement à une vue qui est un objet persistant de la base de données, l'expression de table est créée temporairement par la requête principale et n'est pas accessible à l'extérieur de celle-ci. Nous allons voir ici deux façons de créer une expression de table : la clause `SELECT` dans le `FROM` et l'expression `WITH`.

2.1 La sous requête issue d'un SELECT dans le FROM (ou dans le JOIN)

Depuis SQL2, il est possible de construire dynamiquement une table dans la clause `FROM` de la requête principale. En effet, le `FROM` manipule des colonnes et des lignes qui peuvent être matérialisées par une table, une vue ou bien le résultat d'une sous-requête.

exemple : R3 : La ville pour laquelle la moyenne d'âge des personnes est la plus élevée.
Sous Oracle, il n'est pas indispensable d'utiliser une expression de table. On peut écrire la requête comme suit :

```
SELECT villePersonne
FROM Personnes
GROUP BY villePersonne
HAVING AVG(agePersonne) = (SELECT MAX(AVG(agePersonne))
                           FROM Personnes
                           GROUP BY villePersonne);
```

Mais en théorie, dans la norme SQL, il n'est pas possible d'imbriquer plusieurs fonction d'ensemble. Et comme vous l'avez vu l'an dernier cela n'est pas possible non plus avec PostgreSQL. Pour remédier à cela on pourrait utiliser un quantificateur ALL, ou bien utiliser une expression de table dans la requête imbriquée.

```
SELECT villePersonne
FROM Personnes
GROUP BY villePersonne
HAVING AVG(agePersonne) = (SELECT MAX(moyenneAge)
                           FROM (SELECT AVG(agePersonne) AS moyenneAge
                                 FROM Personnes
                                 GROUP BY villePersonne) cte);
```

On pourrait aussi utiliser une expression de table pour remplacer le HAVING de la requête externe par un WHERE.

```
SELECT ville
FROM (SELECT villePersonne AS ville, AVG(agePersonne) AS ageMoyen
      FROM Personnes
      GROUP BY villePersonne) cte
WHERE ageMoyen = (SELECT MAX(moyenneAge)
                  FROM (SELECT AVG(agePersonne) AS moyenneAge
                        FROM Personnes
                        GROUP BY villePersonne) cte);
```

Toutefois, lorsqu'on fait des expressions de tables avec des SELECT dans le FROM il n'est possible de réutiliser la même expression de table dans la requête externe et dans la requête imbriquée. Nous verrons dans le paragraphe suivant qu'il est possible de remédier à cela en utilisant des expressions de table WITH.

Il est possible d'utiliser plusieurs expressions de table dans une même requête et les joindre avec des jointures internes, des jointures externes ou bien des produits cartésiens.

Question : R4 : Pourcentage de clients qui habitent à 'Montpellier.'

```
SELECT cteMontp.nbMontp / cteTot.nbTot * 100 AS pourcentageMontpellierains
FROM (SELECT COUNT(*) AS nbMontp
      FROM Personnes
      WHERE villePersonne = 'Montpellier') cteMontp
CROSS JOIN (SELECT COUNT(*) AS nbTot
            FROM Personnes) cteTot ;
```

Remarque : Une sous-requête dans le FROM peut retourner plusieurs lignes et plusieurs colonnes. Il est également possible de faire des sous-requêtes à l'intérieur d'un SELECT. Mais il faut absolument que cette sous-requête retourne une valeur scalaire (une seule ligne et un seule colonne). Toutefois, ce genre de sous-requête scalaires dans le SELECT dégrade rapidement les performances notamment lorsque les sous requêtes sont corrélées.

exemple : R5 : Pour chaque personne, afficher le nom, prénom et différence avec la moyenne d'âge.

```
SELECT nomPersonne, prenomPersonne,
       ABS(agePersonne - (SELECT AVG(agePersonne) FROM Personnes))
FROM Personnes
```

2.2 Expression WITH

L'expression WITH permet d'écrire une requête dont le résultat sera utilisé comme une table dans la requête principale qui suit l'expression. L'expression WITH est plus puissante que le SELECT dans le FROM car la (ou les) table issue de l'expression de table peut être utilisée non seulement dans la requête principale mais aussi dans les sous-requêtes imbriquées de la requête principale (ce qui n'est pas possible avec le SELECT dans le FROM). Même si l'expression WITH est un standard de l'ISO/ANSI certains SGBD ne l'implémentent pas encore.

exemple : R3 : La ville pour laquelle la moyenne d'âge des personnes est la plus élevée.

```
WITH AgeMoyenParVille AS
     (SELECT villePersonne AS ville, AVG(agePersonne) AS ageMoyen
      FROM Personnes
      GROUP BY villePersonne)
SELECT ville
FROM AgeMoyenParVille
WHERE ageMoyen = (SELECT MAX(ageMoyen)
                  FROM AgeMoyenParVille);
```

Il est aussi possible de déclarer plusieurs expressions de table dans le WITH. Il est à noter qu'une expression de table pourrait éventuellement utiliser dans le FROM de sa requête une autre expression de table déclarée préalablement dans le même WITH.

exemple : R4 : Pourcentage de clients qui habitent à 'Montpellier'.

```
WITH cteMontp AS
     (SELECT COUNT(*) AS nbMontp
      FROM Personnes
      WHERE villePersonne = 'Montpellier'),
cteTot AS
     (SELECT COUNT(*) AS nbTot
      FROM Personnes)
SELECT cteMontp.nbMontp / cteTot.nbTot * 100 AS pourcentageMontpellierains
FROM cteMontp
CROSS JOIN cteTot;
```

3 Une nouvelle façon de faire la division

3.1 Rappel sur la division

En première année nous avons vu deux façons de faire la division. La méthode 'Force Brute' ou il suffit de compter. Et une méthode plus ingénieuse (et moins connues en pratique) avec un `NOT EXISTS` et un `MINUS`.

Exemple :
PERSONNES (codePersonne, nomPersonne, prenomPersonne)
VILLES (codeVille, nomVille, departementVille)
AIMER (codePersonne #, codeVille #)

Question : R6 : On cherche le Nom des personnes qui aiment **toutes** les villes …

1er Méthode : La plus simple (solution 'force brute')

Chercher les personnes qui aiment un nombre de villes égal au nombre total de villes (par exemple si j'aime 3 villes et qu'il n'y a que 3 villes dans la base de données eh bien j'aime toutes les villes de la base de données).

```
SELECT p.codePersonne, nomPersonne
FROM Personnes p
JOIN Aimer a ON p.codePersonne = a.codePersonne
GROUP BY p.codePersonne, nomPersonne
HAVING COUNT(codeVille) = (SELECT COUNT(*)
                           FROM Villes) ;
```

Remarque : ici, on pourrait remplacer `COUNT(codeVille)` par `COUNT(*)` car `CodeVille` ne peut pas être `NULL` (il fait partie de la clé primaire)

2nd Méthode : Ingénieuse

Chercher les personnes pour lesquelles la différence entre les villes de la base de données et les villes aimées par la personne est nulle.
En d'autres termes, chercher les personnes pour lesquelles la différence entre les villes de la base de données et les villes aimées par la personne n'existe pas (`NOT EXISTS`).

```
SELECT codePersonne, nomPersonne
FROM Personnes p
WHERE NOT EXISTS (SELECT codeVille
                  FROM Villes
                  MINUS
                  SELECT codeVille
                  FROM Aimer a
                  WHERE a.codePersonne = p.codePersonne) ;
```

3.2 Division élégante avec double NOT EXISTS

Nous allons voir cette année la division avec un double `NOT EXISTS` qui a été popularisée par Christopher J. Date. Cette division qui peut paraitre compliquée de prime abord, a l'avantage de toujours rester de difficulté constante, même pour les divisions plus complexes.

3nd Méthode : Elégante (même si elle peut paraître compliquée de prime abord)

Chercher les personnes pour lesquelles il n'existe que des villes qu'ils aiment.
En d'autres termes, quelles sont les personnes pour lesquelles il n'existe pas de villes qu'ils n'aiment pas.
Ou encore, quelles sont les personnes pour lesquelles il n'existe pas de villes pour lesquelles il n'existe pas d'amour … Ceci est bien compliqué mais peut être réalisé à l'aide d'un double `NOT EXISTS`.

```
SELECT codePersonne, nomPersonne
FROM Personnes p1
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM Villes v2
                  WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                                    FROM Aimer a3
                                    WHERE a3.codePersonne = p1.codePersonne
                                    AND a3.codeVille = v2.codeVille)) ;
```

L'avantage de cette méthode est que une fois qu'on a bien compris comment elle fonctionne, sa structure ne change jamais. Si on est amené à faire une division plus complexe (de type 2, 3 ou 4 – voir cours de 1ère année), seule la première requête imbriquée (au centre) change. La requête externe (en haut à gauche) ne change jamais. Et la plus imbriquée (en bas à droite) non plus.

• R7 : Le code des personnes qui aiment toutes les villes de l'Hérault.

On cherche les personnes pour lesquelles il n'existe pas de ville **de l'Hérault** qu'ils n'aiment pas.

```
SELECT codePersonne, nomPersonne
FROM Personnes p1
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM Villes v2
                  WHERE departmentVille = 'Hérault'
                  AND NOT EXISTS (SELECT *
                                  FROM Aimer a3
                                  WHERE a3.codePersonne = p1.codePersonne
                                  AND a3.codeVille = v2.codeVille)) ;
```

• R8 : Le Nom des personnes qui aiment toutes les villes aimées par 'Xavier Palléja'.

Cette division de type 4 est relativement simple avec cette méthode. On cherche les personnes pour lesquelles il n'existe pas de ville **aimées par Xavier Palléja** qu'ils n'aiment pas.

```
SELECT codePersonne, nomPersonne
FROM Personnes p1
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM Personnes p2
                  JOIN Aimer a2 ON p2.codePersonne = a2.codePersonne
                  WHERE nomPersonne = 'Palléja'
                  AND prenomPersonne = 'Xavier'
                  AND NOT EXISTS (SELECT *
                                  FROM Aimer a3
                                  WHERE a3.codePersonne = p1.codePersonne
                                  AND a3.codeVille = a2.codeVille)) ;
```

Remarque : Pour rappel, avec la solution 'force brute' cette division de type 4 est beaucoup plus complexe. En effet, pour chaque personne, il faut compter le nombre de villes aimées – parmi celles qui sont également aimées par Xavier Palléja. Ensuite on ne garde que les personnes pour qui ce nombre est égal au nombre de villes aimées par Xavier Palléja. Cela donne la solution suivante :

```
SELECT p.codePersonne, nomPersonne
FROM Personnes p
JOIN Aimer a ON p.codePersonne = a.codePersonne
WHERE codeVille IN (SELECT codeVille
                    FROM Personnes p
                    JOIN Aimer a ON p.codePersonne = a.codePersonne
                    WHERE nomPersonne = 'Palleja'
                    AND prenomPersonne = 'Xavier')
GROUP BY p.codePersonne, nomPersonne
HAVING COUNT(codeVille) = (SELECT COUNT(codeVille)
                           FROM Personnes p
                           JOIN Aimer a ON p.codePersonne = a.codePersonne
                           WHERE nomPersonne = 'Palleja'
                           AND prenomPersonne = 'Xavier');
```

4 Différents types de jointures

4.1 Les inéquijointures :

En général les jointures sont réalisées entre des clés primaires et des clés étrangères. Dans ces cas-là, la condition de la jointure est toujours l'égalité (=) afin de s'assurer que la valeur de la clé primaire d'une table est égale à la valeur de la clé étrangère d'une autre table. On parle alors d'équijointures. Toutefois dans certains cas on peut vouloir utiliser une condition d'inégalité pour réaliser la jointure. On parle d'inéquijointure. La jointure se fait alors avec les opérateurs suivants : `>, <, >=, <=, <>, BETWEEN, LIKE ...` et porte rarement sur des clés.

Exemple :

EMPLOYES (codeEmploye, nomEmploye, prenomEmploye, ageEmploye)
CLIENTS (codeClient, nomClient, prenomClient, ageClient)

Question : R9 : Le code et le nom des employés plus vieux que le client n°1.

```
SELECT codeEmploye, nomEmploye
FROM Employes
JOIN Clients ON ageEmploye > ageClient
WHERE codeClient = '1' ;
```

4.2 Les jointures naturelles

Lorsqu'on souhaite réaliser une équijointure et que les attributs sur lesquels porte la jointure ont les mêmes noms dans les deux tables, il est possible de faire une jointure naturelle (`NATURAL JOIN`) ou d'utiliser un `USING`. Cette façon de faire évite d'indiquer explicitement la condition de la jointure, et réalise automatiquement une projection afin d'éliminer les colonnes redondantes (qui ont le même nom). Il n'est donc pas utile d'utiliser des alias de table pour réaliser la jointure, même si on souhaite utiliser la colonne sur laquelle porte la jointure dans le `SELECT`.

Exemple :

PERSONNES (codePersonne, nomPersonne, prenomPersonne, codeEntreprise)

P1	Némard	Jean	E1
P2	Palleja	Nathalie	

ENTREPRISES (codeEntreprise, nomEntreprise)

E1	Cap Gemini
E2	Fnac

Question : R10 : Pour toutes les personnes qui ont une entreprise, afficher toutes les informations sur la personne et sur son entreprise.

```
SELECT *
FROM Personnes
NATURAL JOIN Entreprises ;
```

```
SELECT *
FROM Personnes
JOIN Entreprises USING (codeEntreprise);
```

4.3 Les jointures externes

Elles permettent d'extraire des données qui ne répondent pas aux critères de jointure. Il existe trois sortes de jointures externes : les jointures externes *gauches, droites et complètes*. Les jointures externes complètes sont rarement utiles (en général une gauche ou une droite suffit).

Dans l'exemple précédent, avec une jointure interne ou une jointure naturelle, on aura uniquement dans le résultat la personne P1 avec l'entreprise E1. La personne P2 qui n'a pas d'entreprise, et l'entreprise E2 qui n'a pas de salarié vont disparaitre du résultat.

4.3.1 Jointure externe gauche

R11 : Le nom, le prénom et l'entreprise de toutes les personnes, même les personnes qui n'ont pas de travail (c'est à dire même la personne P2).

```
SELECT nomPersonne, prenomPersonne, nomEntreprise
FROM Personnes p
LEFT OUTER JOIN Entreprises e ON p.codeEntreprise = e.codeEntreprise ;
```

4.3.2 Jointure externe droite

R12 : Le nom, le prénom et l'entreprise de toutes les personnes, même les entreprises qui n'ont pas de salariés (c'est à dire même l'entreprise E2).

```
SELECT nomPersonne, prenomPersonne, nomEntreprise
FROM Personnes p
RIGHT OUTER JOIN Entreprises e ON p.codeEntreprise = e.codeEntreprise ;
```

Cette requête peut également être réalisée à l'aide d'une jointure externe gauche :

```
SELECT nomPersonne, prenomPersonne, nomEntreprise
FROM Entreprises e
LEFT OUTER JOIN Personnes p ON p.codeEntreprise = e.codeEntreprise ;
```

4.3.3 Jointure externe complète

R13 : Le nom, le prénom et l'entreprise de toutes les personnes, même les personnes qui n'ont pas de travail et même les entreprises qui n'ont pas de salariés (i.e. même P2 et E2).

```
SELECT nomPersonne, prenomPersonne, nomEntreprise
FROM Personnes p
FULL OUTER JOIN Entreprises e ON p.codeEntreprise = e.codeEntreprise ;
```

Remarque : On peut également utiliser la jointure externe pour faire des antijointures (à la place d'un `NOT EXITS`, d'un `NOT IN` ou d'un `MINUS`)

R14 : Le nom des entreprises qui n'ont pas d'employé

```
SELECT nomEntreprise
FROM Entreprises e
LEFT OUTER JOIN Personnes p ON p.codeEntreprise = e.codeEntreprise
WHERE codePersonne IS NULL;
```

5 Requêtes récursives

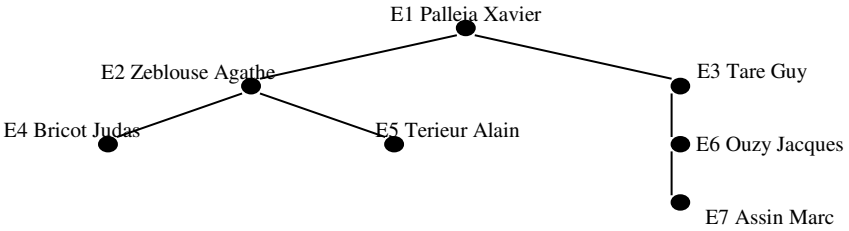
Les requêtes récursives (parfois appelées requêtes hiérarchiques) permettent d'extraire des données provenant d'une structure arborescente. Pendant de nombreuses années, pour réaliser ce type de requêtes, Oracle ne permettait pas d'utiliser la syntaxe préconisée par la norme SQL:99, et proposait uniquement l'instruction **`CONNECT BY`** `PRIOR`. Mais depuis sa version 11gR2, Oracle respecte la norme SQL et permet de réaliser des requêtes récursives à l'aide des expressions de table récursives **`WITH`**.

Exemple :

EMPLOYES (codeEmploye, nomEmploye, prenomEmploye, codeEmployeChef#)

EMPLOYES*(codeEmploye,, nomEmploye, prenomEmploye, codeEmployeChef#)*

E1	Palleja	Xavier	/
E2	Zeblouse	Agathe	E1
E3	Tare	Guy	E1
E4	Bricot	Judas	E2
E5	Terieur	Alain	E2
E6	Ouzy	Jacques	E3
E7	Assin	Marc	E6



5.1 L'instruction CONNECT BY PRIOR spécifique à Oracle

L'instruction Oracle `CONNECT BY PRIOR` permet de faire un parcours **en profondeur**. Le point de départ de la recherche, qui n'est pas forcément la racine de l'arbre, est spécifié avec `START WITH`. Si cette directive est omise, le parcours est réalisé à partir de tous les nœuds de l'arbre. La clause `CONNECT BY PRIOR` permet d'indiquer s'il s'agit d'une descente ou d'une remontée.
Il est à noter que s'il y a un cycle dans la recherche récursive (graphe avec circuit), il est indispensable d'indiquer le mot clé `NOCYCLE` juste après le `CONNECT BY`.

Question : R15 : Le code et le nom de tous les subordonnés de l'employé n°1.

```
SELECT codeEmploye, nomEmploye
FROM Employes
START WITH codeEmploye = 'E1'                    -- on part de l'employé n°1
CONNECT BY PRIOR codeEmploye = codeEmployeChef; -- et on réalise une descente
```

Il est également possible d'obtenir le niveau du nœud dans la hiérarchie (à partir du nœud de départ de la recherche qui est numéroté à 1) grace au mot clé `LEVEL`.

```
SELECT LEVEL, codeEmploye, nomEmploye
FROM Employes
START WITH codeEmploye = 'E1'
CONNECT BY PRIOR codeEmploye = codeEmployeChef;
```

On peut ne pas afficher certains nœuds grâce à une clause `WHERE` (avant le `START WITH`). Mais le nœud sera quand même traversé par le parcours. Si on souhaite réellement élaguer l'arbre d'une branche, il faut utiliser un `AND` dans la clause `CONNECT BY PRIOR`.

Question : R16 : Le code et le nom de tous les subordonnés de l'employé n°1 à l'exception de l'employé n°3.

```
SELECT codeEmploye, nomEmploye
FROM Employes
WHERE codeEmploye <> 'E3'
START WITH codeEmploye = 'E1'
CONNECT BY PRIOR codeEmploye = codeEmployeChef ;
```

Question : R17 : Le code et le nom de tous les subordonnés de l'employé n°1 à l'exception de l'employé n°3 et des subalternes de celui-ci.

```
SELECT codeEmploye, nomEmploye
FROM Employes
START WITH codeEmploye = 'E1'
CONNECT BY PRIOR codeEmploye = codeEmployeChef
AND codeEmploye <> 'E3' ;
```

Enfin, il est possible de parcourir l'arbre de bas en haut. Pour cela il faut inverser le `PRIOR` dans les colonnes de jointure de la clause `CONNECT BY`.

Question : R18 : Le code et le nom de tous les supérieurs de l'employé n°7.

```
SELECT codeEmploye, nomEmploye
FROM Employes
START WITH codeEmploye = 'E7'
CONNECT BY PRIOR codeEmployeChef = codeEmploye ;
                        -- ou CONNECT BY codeEmploye = PRIOR codeEmployeChef
```

5.2 Requêtes récursives avec l'expression de table WITH de la norme SQL

Depuis la version 11gR2, il est possible de respecter la syntaxe préconisée par la norme SQL en utilisant une expression de table récursive **WITH**. Une expression de table récursive se compose de deux requêtes : une première requête (dite *anchor*) qui indique le nœud de départ de la recherche récursive ; et une seconde requête (dite *member*) qui assure la récursivité en référençant obligatoirement (une et une seule fois) l'expression de table dans laquelle elle se trouve. Ces deux requêtes doivent être reliées par l'opérateur ensembliste **UNION ALL**. Par défaut, le parcours est réalisé en largeur (mais il est possible de forcer un parcours en profondeur avec la directive `DEPTH FIRST BY`).

Question : R15 : Le code, le nom et le niveau dans la hiérarchie de tous les subordonnés de l'employé n°1.

```
WITH A (codeEmploye, codeChef, niveau)
        AS (SELECT codeEmploye, codeEmployeChef, 1
            FROM Employes
            WHERE codeEmploye = 'E1'
           UNION ALL
            SELECT sub.codeEmploye, sub.codeEmployeChef, niveau + 1
            FROM A chef
            JOIN Employes sub ON chef.codeEmploye = sub.codeEmployeChef)
SELECT niveau, e.codeEmploye, nomEmploye
FROM A a
JOIN Employes e ON a.codeEmploye = e.codeEmploye;
```

Question : R16 : Le code, le nom de tous les subordonnés de l'employé n°1 à l'exception de l'employé n°3.

```
WITH A (codeEmploye, codeChef)
        AS (SELECT codeEmploye, codeEmployeChef
            FROM Employes
            WHERE codeEmploye = 'E1'
           UNION ALL
            SELECT sub.codeEmploye, sub.codeEmployeChef
            FROM A chef
            JOIN Employes sub ON chef.codeEmploye = sub.codeEmployeChef)
SELECT e.codeEmploye, nomEmploye
FROM A a
JOIN Employes e ON a.codeEmploye = e.codeEmploye
WHERE e.codeEmploye <> 'E3';
```

Question : R17 : Le code et le nom de tous les subordonnés de l'employé n°1 à l'exception de l'employé n°3 et des subalternes de celui-ci.

```
WITH A (codeEmploye, codeChef)
        AS (SELECT codeEmploye, codeEmployeChef
            FROM Employes
            WHERE codeEmploye = 'E1'
           UNION ALL
            SELECT sub.codeEmploye, sub.codeEmployeChef
            FROM A chef
            JOIN Employes sub ON chef.codeEmploye = sub.codeEmployeChef
            WHERE sub.codeEmploye <> 'E3')
SELECT e.codeEmploye, nomEmploye
FROM A a
JOIN Employes e ON a.codeEmploye = e.codeEmploye;
```

Question : R18 : Le code et le nom de tous les supérieurs de l'employé n°7.

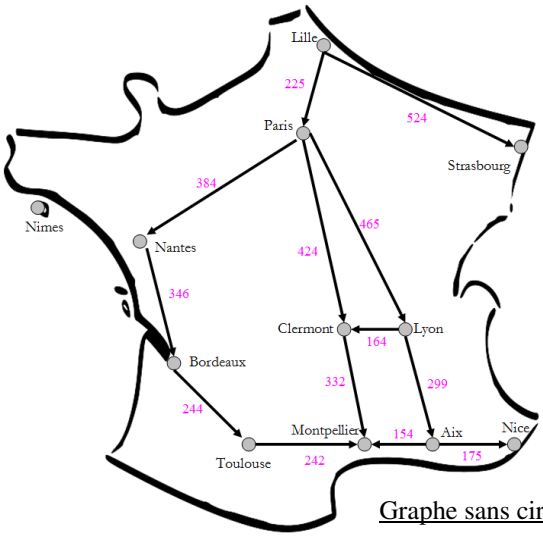
```
WITH A (codeEmploye, codeChef)
        AS (SELECT codeEmploye, codeEmployeChef
            FROM Employes
            WHERE codeEmploye = 'E7'
           UNION ALL
            SELECT chef.codeEmploye, chef.codeEmployeChef
            FROM A sub
            JOIN Employes chef ON sub.codeChef = chef.codeEmploye)
SELECT e.codeEmploye, nomEmploye
FROM A a
JOIN Employes e ON a.codeEmploye = e.codeEmploye;
```

5.3 Quelle instruction utiliser pour réaliser des requêtes récursives sous Oracle ?

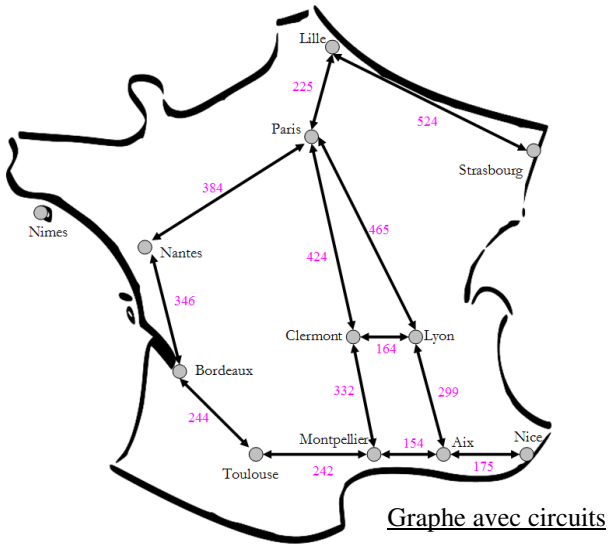
L'instruction `CONNECT BY PRIOR` a l'avantage d'être plus simple et on la rencontre souvent dans du code car elle était la seule instruction disponible dans les anciennes versions d'Oracle. Toutefois, il est quand même conseillé d'utiliser la notation avec le `WITH` qui permet d'avoir un code qui respecte la norme (et qui sera donc portable sur les autres SGBD qui respectent la norme) et qui permet de faire des requêtes récursives plus complexes.

Exemple :

ROUTES (villeDep, villeArr, nbKm)



Graphe sans circuit



Graphe avec circuits

Question : R19 : Recherche de tous les trajets, avec pour chaque trajet, le nombre de kilomètres ainsi que la liste des villes traversées, qui permettent d'aller de Lille à Montpellier.

```
WITH A (villeDep, villeArr, trajet, distance)
        AS (SELECT villeDep, villeArr, villeDep || '-' || villeArr, nbKm
            FROM Routes
            WHERE villeDep = 'Lille'
           UNION ALL
            SELECT r.villeDep, r.villeArr, a.trajet || '-' || r.villeArr,
                                                          a.distance + r.nbKm
            FROM A a
            JOIN Routes r ON a.villeArr = r.villeDep)
SELECT trajet, distance
FROM A
WHERE villeArr = 'Montpellier'
ORDER BY distance;
```

```
TRAJET                                            DISTANCE
------------------------------------------------- ---------
Lille-Paris-Clermont-Montpellier                   981
Lille-Paris-Lyon-Aix-Montpellie                   1143
Lille-Paris-Lyon-Clermont-Montpellier             1186
Lille-Paris-Nantes-Bordeaux-Toulouse-Montpellier  1441
```

S'il y a des circuits (voir seconde figure), la requête précédente ne fonctionne pas (le message 'cycle détecté lors de l'exécution de la requête WITH récursive' sera indiqué). Pour que cela fonctionne, il ne faut pas parcourir de cycle, et donc ne pas mettre dans un trajet les villes qui ont déjà été traversées par le trajet en question. Cela peut être fait grâce à une condition `WHERE` dans la requête *member* (on trouvera en plus, ici, le trajet *Lille-Paris-Clermont-Lyon-Aix-Montpellier de 1266 km*)

```
WITH A (villeDep, villeArr, trajet, distance)
        AS (SELECT villeDep, villeArr, villeDep || '-' || villeArr, nbKm
            FROM Routes
            WHERE villeDep = 'Lille'
           UNION ALL
            SELECT r.villeDep, r.villeArr, a.trajet || '-' || r.villeArr,
                                                          a.distance + r.nbKm
            FROM A a
            JOIN Routes r ON a.villeArr = r.villeDep
            WHERE a.trajet NOT LIKE '%' || r.villeArr || '%')
SELECT trajet, distance
FROM A
WHERE villeArr = 'Montpellier'
ORDER BY distance;
```

6 Requêtes imbriquées corrélées

Nous avons vu en première année que lorsqu'on utilise le prédicat `EXISTS` (ou `NOT EXISTS`) la requête imbriquée est toujours corrélée avec la requête externe grâce à une condition dans le `WHERE` de la requête imbriquée. En fait, il est aussi possible de réaliser des requêtes imbriquées corrélées sans utiliser le prédicat `EXISTS`, avec une requête imbriquée par un = ou un `IN`.
Comme avec le prédicat `EXISTS` la requête imbriquée va alors être recalculée pour chacune des lignes de la requête externe.

Exemple :
PERSONNES (codeClient, nomClient, prenomClient, ageClient, codeCategorie#)
CATEGORIES (codeCategorie, nomCategorie, nbClientsCategorie)

R20 : Le code, le nom et le prénom des clients qui ont un homonyme.

```
SELECT codeClient, nomClient, prenomClient
FROM Clients c1
WHERE nomClient IN (SELECT nomClient
                    FROM Clients c2
                    WHERE c1.codeClient <> c2.codeClient) ;
```

En pratique il est assez rare d'utiliser des requêtes imbriquées corrélées sans le prédicat `EXISTS`. Mais lorsqu'on on est amené à faire des requêtes complexes (par exemple les requêtes de Ninjas de 1ère année) cela peut être une aide précieuse.

R21 : Le code, le nom et le prénom des clients qui sont les plus âgés de leur catégorie.

```
SELECT codeClient, nomClient, prenomClient
FROM Clients c1
WHERE ageClient = (SELECT MAX(ageClient)
                   FROM Clients c2
                   WHERE c1.codeCategorie = c2.codeCategorie) ;
```

Remarque : On aurait aussi pu réaliser cette requête en indiquant plusieurs attributs dans le `WHERE` ou bien en utilisant le prédicat `NOT EXISTS` (la requête est là aussi corrélée – et même doublement corrélée).

```
SELECT codeClient, nomClient, prenomClient
FROM Clients
WHERE (codeCategorie, ageClient) IN (SELECT codeCategorie, MAX(ageClient)
                                     FROM Clients
                                     GROUP BY codeCategorie);

SELECT codeClient, nomClient, prenomClient
FROM Clients c1
WHERE NOT EXISTS (SELECT *
                  FROM Clients c2
                  WHERE c2.ageClient > c1.ageClient
                  AND c2.codeCategorie = c1.codeCategorie);
```

Les requêtes imbriquées corrélées peuvent également être utilisées lors des mises à jours avec une instruction `UPDATE`

R22 : On veut mettre à jour l'attribut calculé nbClientsCategorie de toutes les lignes de la table Categories avec les données qu'il y a dans la table Clients.

```
UPDATE Categories c1
SET nbClientsCategorie = (SELECT COUNT(*)
                          FROM Clients c2
                          WHERE c2.codeCategorie = c1.codeCategorie);
```

On peut également utiliser des requêtes corrélées lorsqu'on fait des requêtes scalaires dans le `SELECT`. Toutefois lorsqu'on a affaire à de gros volumes de données, cette façon de faire dégrade rapidement les performances et il vaut mieux privilégier l'utilisation de `GROUP BY`.

R23 : Pour chaque catégorie, le code et le nom de la catégorie ainsi que la moyenne d'âge des personnes de la catégorie.

```
SELECT codeCategorie,
       nomCategorie,
      (SELECT AVG(agePersonne) FROM Personnes p WHERE p.codeCategorie = c.codeCategorie)
FROM Categories c;
```

7 Les différents types de fonctions

La norme SQL propose un certain nombre de fonctions. Toutefois toutes ces fonctions ne sont pas implémentées par les différents SGBD. Et certains SGBD implémentent d'autres fonctions qui ne sont pas dans la norme. Il est donc conseillé de se référer à la documentation de son SGBD lorsqu'on a besoin d'utiliser des fonctions.
Si pour réaliser une requête particulière on a le choix entre une fonction de la norme et une fonction propriétaire du SGBD il est conseillé d'utiliser la fonction de la norme afin d'obtenir un code portable qui continuera à fonctionner même si on change de SGBD.

7.1 Les fonctions d'ensemble (ou fonctions d'agrégation)

Les fonctions d'ensemble les plus connues sont les fonctions `MIN()`, `MAX()`, `SUM()`, `AVG()` et `COUNT()`. Ces fonctions d'ensemble font un calcul sur un ensemble (ou un groupe) de lignes et retournent un seul résultat. Dans un `SELECT`, elles ne peuvent être accompagnées d'attributs que si la requête comporte un `GROUP BY`. Il est à noter que ces fonctions ne peuvent donc pas être utilisées dans un `WHERE` (qui travaille sur des lignes). Et il y a normalement toujours une de ces fonctions dans le `HAVING` (qui travaillé sur des groupes).

Exemple :
PARTIELS (idEtudiant, idMatiere, note)

R24 : L'identifiant et moyenne des étudiants qui ont plus de 3 notes.

```
SELECT idEtudiant, AVG(note)
FROM Partiels
GROUP BY idEtudiant
HAVING COUNT(note) > 3 ;
```

Depuis sa version de 2003, SQL propose les fonctions statistiques d'ensemble *`STDDEV_POP`* (écart type d'une population), *`STDDEV_SAMP`* (écart type d'un échantillon), *`VAR_POP`* (variance population), `VAR_SAMP` (variance échantillon), ...

7.2 Les fonctions de lignes

Contrairement aux fonctions d'ensemble, les fonctions de ligne sont appliquées sur chacune des lignes de la table. Elles peuvent donc être dans le `SELECT` d'une requête même s'il y a également un attribut dans ce `SELECT`. On peut les retrouver dans un `WHERE`, et il n'y a aucune raison pour qu'elles soient dans un `HAVING`.
Sous Oracle, il existe des fonctions de lignes (SQL ou propriétaires) qui permettent de manipuler des chaînes (`SUBSTRING`, *`UPPER`*, *`LOWER`*, `INICAP`, `TRIM`, *`CHARACTER_LENGTH`*, `LENGTH`, …), les valeurs numériques (`MOD`, *`ROUND`*, *`POWER`*, *`SQRT`*, *`LOG`*, *`ABS`*, …) les dates/heures (`SYSDATE`, `TO_CHAR`, *`NEXT_DAY`*, *`EXTRACT`*, `MONTHS_BETWEEN`, …), etc.

R25 : Pour toutes les notes de la matière 'Maths' (écrite en minuscule ou en majuscule) indiquer l'identifiant de l'étudiant et la note arrondie sans virgule.

```
SELECT idEtudiant, ROUND(note,0)
FROM Partiels
WHERE LOWER(idMatiere) = 'maths'
```

7.3 Les fonctions de fenêtrage

Le fenêtrage permet de réaliser des groupements dans un `SELECT` sans avoir à utiliser l'instruction `GROUP BY`. Cela permet d'obtenir un code qui peut être plus lisible, mais surtout cela permet de pouvoir faire différents groupements dans une même requête puis d'appliquer une fonction d'ensemble sur chacun de ces groupements (pour réaliser cela sans le fenêtrage il faudrait réaliser plusieurs requêtes, ou bien faire une jointure entre plusieurs expressions de table qui réalisent des groupements différents ou enfin écrire plusieurs requêtes scalaires corrélées dans le même `SELECT` d'une requête).
Les groupements différents peuvent donc être réalisés sur chaque fonction qui est appelée dans le `SELECT` grâce à la clause `OVER (PARTITION)`. Si aucune partition n'est précisée, la fonction est appelée sur l'ensemble des lignes de la table (comme s'il n'y avait pas de groupement).

R26 : Pour chaque note, indiquer la valeur de la note, le code de l'étudiant qui a obtenu la note, la moyenne générale de cet étudiant (toutes matières confondues), le code de la matière, la moyenne générale de cette matière (tous étudiants confondus), la plus faible note qu'il y a eu dans cette matière, le nombre d'étudiants qui ont eu une note dans cette matière et la moyenne générale de toutes les notes de la table.

```
SELECT note,
       idEtudiant,
       AVG(note) OVER (PARTITION BY idEtudiant) AS moyenneEtudiant,
       idMatiere,
       AVG(note) OVER (PARTITION BY idMatiere) AS moyenneMatiere,
       MIN(note) OVER (PARTITION BY idMatiere) AS noteMinMatiere,
       COUNT(note) OVER (PARTITION BY idMatiere) AS nbNotesMatiere,
       AVG(note) OVER () AS moyenneToutesNotes
FROM Partiels ;
```

Lorsqu'on utilise des fenêtrages, en plus des fonctions d'ensemble classiques, il est possible d'utiliser des fonctions de fenêtrage dont les principales sont : `ROW_NUMBER` (numéro de la ligne sans gestion des ex-aequo), `RANK` (classement des ex-aequo avec trous), `DENSE_RANK` (classement des ex-aequo sans trous), `CUME_DIST` (distribution cumulative), `NTILE` (n-tile : décile, centile), `LAG` (valeur de la ligne précédente), `LEAD` (valeur de la ligne suivante), `FIRST_VALUE` (valeur de la première ligne de la fenêtre), etc. Il est possible de borner la partition avec `ROWS`, `PRECEDING`, `FOLLOWING`, `BETWEEN`, etc. Pout certaines de ces fonctions, il peut être intéressant que la partition soit ordonnée dans un ordre précis avec l'instruction `ORDER BY`.

R27 : Pour toutes les notes classées par ordre de mérite, la valeur de la note, le classement de la note, le classement de la note dans la matière, la valeur de la note suivante et la moyenne entre la note et la note suivante.

```
SELECT note,
       ROW_NUMBER() OVER (ORDER BY note DESC) AS classementNote,
       ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY idMatiere ORDER BY note DESC)
                                                    AS classementNoteMatiere,
       LEAD(note) OVER(ORDER BY note DESC) AS ValeurNoteSuivante,
       AVG(note) OVER (ORDER BY note DESC ROWS BETWEEN CURRENT ROW AND 1 FOLLOWING)
                                                    AS MoyenneAvecNoteSuivante
FROM Partiels
ORDER BY note DESC;
```

Les fonctions de fenêtrage ne peuvent pas être utilisées dans un `WHERE`. Si on souhaite faire une sélection à partir de la valeur retournée par une fonction de fenêtrage il faut utiliser la fonction de fenêtrage dans une expression de table (par exemple un `SELECT` dans un `FROM`) puis faire la sélection dans le `WHERE` de la requête principale.

R28 : L'idEtudiant, l'idMatière et les note des étudiants qui ont la moyenne générale.

```
SELECT idEtudiant, idMatiere, note
FROM (SELECT idEtudiant, idMatiere, note,
             AVG(note) OVER (PARTITION BY idEtudiant) AS moyenneEtudiant
      FROM Partiels) notes
WHERE moyenneEtudiant > 10
```

8 Structures conditionnelles

Il est possible d'utiliser des structures conditionnelles `CASE ... WHEN ... THEN ... ELSE` dans une instruction SQL. On retrouve généralement ces structures conditionnelles dans le `SELECT` d'une requête, mais elles peuvent aussi être utilisées dans les `UPDATE`, `DELETE`, `WHERE`, `ORDER BY` ou `HAVING`.

Exemple :
COMMANDES (idCommande, typeCommande, montantCommande, remiseCommande*)*

R29 : L'identifiant et le type des commandes.

```
SELECT idCommande,
       CASE typeCommande
          WHEN 1 THEN 'Premium'
          WHEN 2 THEN 'Urgente'
          ELSE 'Autre'
       END
FROM Commandes ;
```

R30 : Mettre une remise de 10% à toutes les commandes de type 1.

```
UPDATE Commandes
SET remiseCommande = (
       CASE typeCommande
          WHEN 1 THEN montantCommande * 0.1
          ELSE 0
       END
);
```

En général, ces structures conditionnelles ne sont pas très utiles lorsque la base de données est bien structurée.