
1 Structure d'un programme PL/SQL

La structure de base d'un programme PL/SQL est celle de bloc (possiblement imbriquée). Il a généralement la forme suivante:

```
DECLARE
```

```
/* section de declaration */
```

```
BEGIN
```

```
/* corps du bloc de programme Il s'agit de la seule zone dont la presence est obligatoire */
```

```
EXCEPTION
```

```
/* gestion des exceptions */
```

```
END;
```

Le corps du programme (entre le BEGIN et le END) contient des instructions PL/SQL (assignements, boucles, appel de procédure) ainsi que des instructions SQL. Il s'agit de la seule partie qui soit obligatoire. Les deux autres zones, dites zone de déclaration et zone de gestion des exceptions sont facultatives. Les seuls ordres SQL que l'on peut trouver dans un bloc PL/SQL sont: SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE. Les autres types d'instructions (par exemple CREATE, DROP, ALTER) ne peuvent se trouver qu'à l'extérieur d'un tel bloc. Chaque instruction se termine par un “;”.

Le PL/SQL ne se soucie pas de la casse (majuscule vs. minuscule). On peut inclure des commentaires par --- (en début de chaque ligne commentée) ou par /* . */ (pour délimiter des blocs de commentaires).

2 Variables et types

Un nom de variable en PL/SQL comporte au plus 30 caractères. Toutes les variables ont un type. On trouve trois sortes de types de variables en PL/SQL. A savoir :

- un des types utilisés en SQL pour les colonnes de tables.
- un type particulier au PL/SQL.
- un type faisant référence à celui d'une (suite de) colonne(s) d'une table.

Les types autorisés dans PL/SQL sont nombreux. On retiendra principalement:

- Pour les types numériques : REAL, INTEGER, NUMBER (précision de 38 chiffres par défaut), NUMBER(x) (nombres avec x chiffres de précision), NUMBER(x,y) (nombres avec x chiffres de précision dont y après la virgule).
- Pour les types alphanumériques : CHAR(x) (chaîne de caractère de longueur fixe x), VARCHAR(x) (chaîne de caractère de longueur variable jusqu'à x), VARCHAR2 (idem que précédent excepté que ce type supporte de plus longues chaînes et que l'on est pas obligé de spécifier sa longueur maximale). PL/SQL permet aussi de manipuler des dates (type DATE) sous différents formats.

Une déclaration pourrait donc contenir les informations suivantes :

```
DECLARE n NUMBER; mot VARCHAR(20) mot2 VARCHAR2
```

Une autre spécificité du PL/SQL est qu'il permet d'assigner comme type à une variable celui d'un champ d'une table (par l'opérateur %TYPE) ou d'une ligne entière (opérateur %ROWTYPE). Dans la déclaration suivante :

```
DECLARE nom %TYPE; employe emp%ROWTYPE;
```

la variable nom est définie comme étant du type de la colonne name de la table emp (qui doit exister au préalable). De même, employe est un vecteur du type d'une ligne de la table emp. A supposer que cette dernière ait trois champs numero, name, age de type respectifs NUMBER, VARCHAR, INTEGER, la variable employe disposera de trois composantes : employe.numero, , , de même types que ceux de la table.

Un premier petit programme (noter au passage l'instruction d'affectation "a:=a+b")

:

```
DECLARE a NUMBER; b NUMBER;
```

```
BEGIN a:=a+b;
```

```
END;
```

Un deuxième petit programme (incluant une requête SQL) :

```
DECLARE a NUMBER;
```

```
BEGIN
```

```
SELECT numero INTO a
```

```
FROM emp
```

```
WHERE noemp='21';
```

```
END;
```

Ce dernier exemple donne comme valeur à la variable a le résultat de la requête (qui doit être du même type). Il est impératif que la requête ne renvoie qu'un et un seul résultat (c'est à dire qu'il n'y ait qu'un seul employé numéro 21). Autrement, une erreur se produit.

3 Opérateurs

PL/SQL supporte les opérateurs suivants :

- Arithmétique : +, -, *, /, ** (exponentielle)
- Concaténation : ||
- Parenthèses (contrôle des priorités entre opérations): ()
- Affectation: :=
- Comparaison : =, !=, <, >, <=, >=, IS NULL, LIKE, BETWEEN, IN
- Logique : AND, OR, NOT

4 Structures de contrôle

Comme n'importe quel langage procédural, PL/SQL possède un certain nombre de structures de contrôles évoluées comme les branchements conditionnels et les boucles.

4.1 Les branchements conditionnels

Syntaxe :

```
IF <condition> THEN commandes;
```

```
[ ELSEIF <condition> THEN commandes; ]
```

```
[ ELSE commandes; ] END IF;
```

Un petit exemple :

```
IF nomEmploye='TOTO' THEN salaire:=salaire*2;  
ELSEIF salaire>10000 THEN salaire:=salaire/2;  
ELSE salaire:=salaire*3; END IF;
```

4.2 boucles

PL/SQL admet trois sortes de boucles. La première est une boucle potentiellement infinie :

```
LOOP commandes; END LOOP;
```

Au moins une des instructions du corps de la boucle doit être une instruction de sortie :

```
EXIT WHEN <condition>;
```

Dès que la condition devient vraie (si elle le devient), on sort de la boucle.

Le deuxième type de boucle permet de répéter un nombre défini de fois un même traitement :

```
FOR <compteur> IN [REVERSE] <limite_inf> .. <limite_sup> commandes; END LOOP;
```

Enfin, le troisième type de boucle permet la sortie selon une condition prédéfinie.

```
WHILE <condition> LOOP commandes; END LOOP;
```

Toutes ces structures de contrôles sont évidemment imbriquables les unes dans les autres. Voici un même exemple traité de trois manières différentes suivant le type de boucle choisi.

```
DECLARE x NUMBER(3):=1;  
BEGIN  
LOOP  
INSERT INTO employe(noemp, nomemp, job, nodept)  
VALUES (x, 'TOTO', 'PROGRAMMEUR', 1); x:=x+1; EXIT WHEN x>=100  
END LOOP; END;
```

Deuxième exemple :

```
DECLARE x NUMBER(3);  
BEGIN  
FOR x IN 1..100  
INSERT INTO employe(noemp, nomemp, job, nodept)  
VALUES (x, 'TOTO', 'PROGRAMMEUR', 1); END LOOP;  
END;
```

Troisième exemple :

```
DECLARE x NUMBER(3):=1;  
BEGIN  
WHILE x<=100 LOOP  
INSERT INTO employe(noemp, nomemp, job, nodept)  
VALUES (x, 'TOTO', 'PROGRAMMEUR', 1); x:=x+1;  
END LOOP; END;
```

5 Curseurs

Jusqu'à présent, nous avons vu comment récupérer le résultat de requêtes SQL dans des variables PL/SQL lorsque ce résultat ne comporte au plus qu'une seule ligne. Bien évidemment, cette situation est loin de représenter le cas général : les requêtes renvoient très souvent un nombre important et non prévisible de lignes. Dans la plupart des langages procéduraux au dessus de SQL, on introduit une notion de "curseur" pour récupérer (et exploiter) les résultats de requêtes.

Un *curseur* est une variable dynamique qui prend pour valeur le résultat d'une requête. La méthode pour utiliser un curseur est invariable. En premier lieu, celui-ci doit être défini (dans la zone de déclaration). Exemple :

```
CURSOR empCur IS SELECT * FROM emp;
```

Le curseur de nom empCur est chargé dans cet exemple de récupérer le résultat de la requête qui suit. Il peut alors être ouvert lorsqu'on souhaite l'utiliser (dans le corps d'un bloc) :

```
OPEN empCur;
```

Pour récupérer les tuples successifs de la requête, on utilise l'instruction :

```
FETCH empCur INTO employeVar;
```

La première fois, c'est le premier tuple du résultat de la requête qui est affecté comme valeur à la variable employeVar (qui devra être définie de façon adéquate). A chaque exécution de l'instruction, un nouveau tuple résultat est chargé dans employeVar. Enfin, lorsque le traitement sur le résultat de la requête est terminé, on ferme le curseur. `CLOSE empCur;`

Le petit exemple suivant sélectionne l'ensemble des employés dont le salaire ne dépasse pas 6000 francs et les augmente de 500 francs.

```
DECLARE
```

```
CURSOR SalCur IS
```

```
SELECT * FROM EMP WHERE SAL<6000.00; employe EMP%ROWTYPE;
```

```
BEGIN
```

```
OPEN SalCur;
```

```
LOOP
```

```
FETCH SalCur INTO employe;
```

```
UPDATE EMP
```

```
SET SAL=6500.00 WHERE EMPNO=employe.empno;
```

```
EXIT WHEN SalCur%NOTFOUND;
```

```
END LOOP;
```

```
END;
```

Lorsqu'on souhaite parcourir un curseur dans une boucle pour effectuer un traitement, on peut simplifier l'utilisation de ceux-ci. Le programme suivant, parfaitement légal, est équivalent au précédent.

```
DECLARE
```

```
CURSOR SalCur IS
```

```
SELECT * FROM EMP WHERE SAL<6000.00; employe EMP%ROWTYPE;
```

```
BEGIN
FOR employe IN SalCur
LOOP
UPDATE EMP
SET SAL=6500.00 WHERE EMPNO=employe.empno; END LOOP;
END;
```

tem représente un littérale ou un nom de colonne

Dans cette boucle, l'ouverture, la fermeture et l'incrémentement du curseur SalCur sont implicites et n'ont pas besoin d'être spécifiées.

Un certain nombre d'informations sur l'état d'un curseur sont exploitables à l'aide d'attributs prédéfinis : l'attribut %FOUND renvoie vrai si le dernier FETCH a bien ramené un tuple. L'attribut %NOTFOUND, dual du précédent, permet de décider si on est arrivé en fin de curseur. %ROWCOUNT renvoie le nombre de lignes ramenés du curseur au moment de l'interrogation. Enfin %ISOPEN permet de déterminer si le curseur est ouvert.

6 La gestion des exceptions

PL/SQL permet de définir dans une zone particulière (de gestion d'exception), l'attitude que le programme doit avoir lorsque certaines erreurs définies ou prédéfinies se produisent.

Un certain nombre d'exceptions sont prédéfinies sous Oracle. Citons, pour les plus fréquentes : NO DATA FOUND (devient vrai dès qu'une requête renvoie un résultat vide), TOO MANY ROWS (requête renvoie plus de lignes qu'escompté), CURSOR ALREADY OPEN (curseur déjà ouvert), INVALID CURSOR (curseur invalide)

L'utilisateur peut définir ses propres exceptions. Dans ce cas, il doit définir celles ci dans la zone de déclaration. Exemple :

```
excpt1 EXCEPTION
```

Puis, cette exception est levée quelque part dans le programme (après un test non concluant, par exemple), par l'instruction :

```
RAISE excpt1
```

Enfin, dans la zone d'exception un traitement est affecté à chaque exception possible (définie ou prédéfinie) :

```
EXCEPTION
```

```
WHEN <exception1> [OR <exception2> OR ] THEN <instructions>
```

```
WHEN <exception3> [OR <exception2> OR ] THEN <instructions> WHEN OTHERS
THEN <instructions> END;
```

Evidemment, un seul traitement d'exception peut se produire avant la sortie du bloc.

7 Procédures et fonctions

Il est possible de créer des procédures et des fonctions comme dans n'importe quel langage de programmation classique. La syntaxe de création d'une procédure est la suivante :

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE <nom>[ (liste de parametres) ] AS
```

```
<zone de declaration de variables> BEGIN
```

```
<corps de la procedure>
```

```
EXCEPTION
```

```
<traitement des exceptions>
```

```
END;
```

A noter que toute fonction ou procédure créée devient un objet part entière de la base (comme une table ou une vue, par exemple). Elle est souvent appelée "procédure stockée". Elle est donc, entre autres, sensible à la notion de droit : son créateur peut décider par exemple d'en permettre l'utilisation à d'autres utilisateurs. Elle est aussi appelable depuis n'importe quel bloc PL/SQL . Il y a trois façons de passer les paramètres dans une procédure : IN (lecture seule), OUT (écriture seule), INOUT (lecture et écriture). Le mode IN est réservé aux paramètres qui ne doivent pas être modifiés par la procédure. Le mode OUT, pour les paramètres transmis en résultat, le mode INOUT pour les variables dont la valeur peut être modifiée en sortie et consultée par la procédure (penser aux différents passages de paramètres dans les langages de programmation classiques). Regardons l'exemple suivant :

```
CREATE TABLE T (num1 INTEGER, num2 INTEGER)
```

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE essai(IN x NUMBER, OUT y NUMBER, INOUT z NUMBER) AS
```

```
BEGIN y:=x*z; z:=z*z;
```

```
INSERT INTO T VALUES(x,z); END;
```

Cette fonction est appelée dans le bloc suivant :

```
DECLARE a NUMBER; b NUMBER;
```

```
BEGIN a:=5; b:=10; essai(2,a,b); a:=a*b;
```

Après l'appel, le couple (a,b) vaut (20,100) et c'est aussi le tuple qui est inséré dans T. Puis, a prend la valeur 20 * 100 = 2000.

Lors de l'appel de la procédure, les arguments correspondants aux paramètres passés en mode OUT ou INOUT ne peuvent être des constantes (puisqu'ils doivent

être modifiables).

Cette distinction des paramètres en fonction de l'usage qui va en être fait dans la procédure est très pratique et facilite grandement le débogage.

On peut aussi créer des fonctions. Le principe est le même, l'en-tête devient :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION <nom>[(parametres)] RETURN <type du resultat>
```

Une instruction RETURN <expression> devra se trouver dans le corps pour spécifier quel résultat est renvoyé.

Les procédures et fonctions PL/SQL supportent assez bien la surcharge (i.e. coexistence de procédures de même nom ayant des listes de paramètres différentes). C'est le système

qui, au moment de l'appel, inférera, en fonction du nombre d'arguments et de leur types, quelle est la bonne procédure à appeler.

On peut détruire une procédure ou une fonction par :

```
DROP PROCEDURE <nom de procedure>
```

8 Les déclencheurs ("triggers")

Les déclencheurs ou "triggers" sont des séquences d'actions définies par le programmeur qui se déclenchent, non pas sur un appel, mais directement quand un événement particulier (spécifié lors de la définition du trigger) sur une ou plusieurs tables se produit.

Un trigger sera un objet stocké (comme une table ou une procédure) La syntaxe est la suivante:

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER <nom>
{BEFORE|AFTER} {INSERT|DELETE|UPDATE} ON <nom de table>
[FOR EACH ROW [WHEN (<condition>)]]
<corps du trigger>
```

Un trigger se déclenche avant ou après (BEFORE|AFTER) une insertion, destruction ou mise à jour (INSERT|DELETE|UPDATE) sur une table (à noter que l'on peut exprimer des conditions plus complexes avec le OR: INSERT OR DELETE).

L'option FOR EACH ROW [WHEN (<condition>)] fait s'exécuter le trigger à chaque modification d'une ligne de la table spécifiée (on dit que le trigger est de "niveau ligne"). En l'absence de cette option, le trigger est exécuté une seule fois ("niveau table").

Soit l'exemple suivant :

```
CREATE TABLE T1 (num1 INTEGER, num2 INTEGER);
CREATE TABLE T2 (num3 INTEGER, num4 INTEGER);
CREATE TRIGGER inverse
AFTER INSERT ON T1
FOR EACH ROW WHEN (NEW.num1 <=3)
BEGIN
INSERT INTO T2 VALUES(:NEW.num2, :NEW.num1);
END inverse;
```

Ce trigger va, en cas d'insertion d'un tuple dans T1 dont la première coordonnée est inférieure à 3, insérer le tuple inverse dans T2. Les prefixes NEW et OLD (en cas de UPDATE ou de DELETE) vont permettre de faire référence aux valeurs des colonnes après et avant les modifications dans la table. Ils sont utilisés sous la forme NEW.num1 dans la condition du trigger et sous la forme :NEW.num1 dans le corps. Un trigger peut être activé ou désactivé par les instructions :

```
ALTER TRIGGER <nom> {ENABLE|DISABLE};
```

et détruit par :

```
DROP TRIGGER <nom>.
```

9 Quelques remarques

9.1 Affichage

PL/SQL n'est pas un langage avec des fonctionnalités d'entrées sorties évoluées (ce n'est pas son but!). Toutefois, on peut imprimer des messages et des valeurs de variables de plusieurs manières différentes. Le plus pratique est de faire appel à un package prédéfini : DBMS output.

En premier lieu, taper au niveau de la ligne de commande :

```
SET SERVEROUTPUT ON
```

Pour afficher, on utilise alors la commande suivante :

```
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Au revoir' || nom || ' a bientôt');
```

Si on suppose que nom est une variable dont la valeur est "toto", l'instruction affichera :
Au revoir toto a bientôt.

9.2 Debugger

Pour chaque objet crée (procédure, fonction, trigger), en cas d'erreur de compilation, on peut voir ces erreurs en tapant (si "essai" est un nom de procédure)

:

```
SHOW ERRORS PROCEDURE essai;
```

sur le même principe, on peut créer des bibliothèques de fonctions et de procédures appelées "packages"

les procédures et fonctions sont des objets stockés. On peut donc les détruire par des instructions similaires aux instructions de destructions de tables