

PL/SQL

HLIN511

Pascal Poncelet
LIRMM
Pascal.Poncelet@lirmm.fr
<http://www.lirmm.fr/~poncelet>



Présentation

- PL/SQL : Programming Language with SQL
- Langage de programmation procédurale
- Langage Propriétaire Oracle mais qui ressemble beaucoup à de l'ADA
- Spécifiquement adapté à la manipulation de bases de données : types requêtes, curseurs, traitement des exceptions
- Permet de passer d'un monde ensembliste à un monde enregistrement par enregistrement



2

Présentation

- Côté serveur
 - Offre la possibilité de définir des objets persistants : procédures, fonctions, triggers
- Côté client
 - Permet d'écrire des blocs PL/SQL anonymes
 - Utilisable pour le développement d'interfaces graphiques, de masques de saisie (SQLForms), etc



3

Éléments de syntaxe

- Comme SQL la casse n'est pas importante
- Les identificateurs peuvent comporter des lettres, des chiffres, les caractères #, \$, _
lettre (lettre | chiffre | # | \$ | _)*
- Commentaires
 - sur une ligne
 - /*
sur ...
plusieurs lignes
*/



4

Un bloc PL/SQL

[DECLARE

Liste déclarations de variables, constantes, curseurs, exceptions]

[BEGIN]

Liste des instructions – Corps du bloc PL/SQL

[EXCEPTION

Gestion des exceptions]

[END] ;

/ -> le / indique exécution du bloc PL/SQL



5

Variables et constantes

- Les variables peuvent être de types suivants :
 - Scalaire, recevant une valeur de type SQL (CHAR, NUMBER, VARCHAR, ...) ou de type PL/SQL (sous type prédéfini : INTEGER ou défini par l'utilisateur)
 - Composé (RECORD, collection, types objets)
 - Référence (REF) ou LOB (pour les données de grandes tailles)
- Les contraintes **NOT NULL** doivent être suivies d'une clause d'initialisation

identificateur [CONSTANT] typeDeDonnée [NOT NULL] [(:= | DEFAULT) expression];



6

Exemple de variables et constantes

```
var_emp_id NUMBER(6) = 8207;
dept VARCHAR2(10) NOT NULL := 'INFORMATIQUE';
effectif_max CONSTANT NUMBER(2,0) := 40;
disponible BOOLEAN := FALSE;
un_nombre NUMBER(5);
```

- Les déclarations multiples ne sont pas autorisés :
nom, prenom VARCHAR2(10); -- Interdit
- Les affectations des variables dans le bloc **BEGIN ... END** suivent la syntaxe classique :=
un_nombre:=6;



7

Exemple de variables et constantes

```
DECLARE
  l_string VARCHAR2(20);
  l_number NUMBER(10);
  l_con_string CONSTANT VARCHAR2(20) := 'Ceci est une constante.';
BEGIN
  l_string := 'Variable';
  l_number := 1;
  l_con_string := 'va échouer';
END;
/ -- exécution du bloc PL/SQL
l_con_string := 'va échouer'
*
ERROR at line 10:
ORA-06550: line 10, column 3:
PLS-00363: expression 'L_CON_STRING' cannot be used as an assignment target
ORA-06550: line 10, column 3:
PL/SQL: Statement ignored
SQL>
```



8

Les types composés

- Record : semblable à une structure C. Tous les types sont de type SQL. Une variable de type record peut ressembler à une ligne dans une relation
- Type collections : TABLE, VARRAY (relationnel-objet)
- Type Objets : relationnel-objet

```
TYPE PERSONNE IS RECORD (
  Nom VARCHAR2(10),
  Prenom VARCHAR2(10)
);
p PERSONNE_REC; -- Accès possible aux champs via p.Nom et p.Prenom
```



9

Les types implicites

- Sont déclarés par :
attribut%**TYPE**
- Signifie « du même type que »

```
numero PILOTE.Plnum%TYPE ;
-- numero est du même type que l'attribut Plnum de la relation
PILOTE
un_nombre NUMBER(4);
le_nombre un_nombre%TYPE;
-- le_nombre est du même type qu'un_nombre
```



10

Les types implicites

- Sont déclarés par :
attribut%**ROWTYPE**
- Signifie « du même type d'enregistrement que »

```
un_pilote PILOTE%ROWTYPE ;
-- un_pilote est du même type que la relation pilote
-- c'est à dire (Plnum, Plnom, Adr, Sal)
-- on peut accéder à ses attributs par un_pilote.Plnum
```



11

Notion de sous type

- Chaque type prédéfini possède ses caractéristiques (domaine, opérateurs)
 - Un sous type permet de restreindre les caractéristiques
 - Il en existe des prédéfinis : **INTEGER**, **CHARACTER**, **POSITIVE**
 - Il est possible de créer ses propres sous types
SUBTYPE nom_sous_type **IS** type_de_base [(contraintes)]
[**NOT NULL**];
- ```
SUBTYPE date_naissance_type IS DATE NOT NULL;
```
- ```
SUBTYPE les_categories IS PROF.CATEGORIE%TYPE;
```



12

Expressions et opérateurs

- Les opérateurs de SQL sont valides en PL/SQL
- Une opérande est une variable, une constante, un littéral, ou un appel à une fonction
- Opérateurs classiques :
 - ** (exponentiation), +, -, *, /, <, >, =, <=, >=, <>, !=

IS NULL, LIKE, BETWEEN, IN

NOT, AND, OR

+, -, || (opérateurs de concaténation de chaînes)



13

Instructions conditionnelles

- les instructions conditionnelles ont une syntaxe classique, comparable à celle d'ADA :

```
IF <condition> THEN [BEGIN] <instructions> [END]
[ELSIF <condition> THEN [BEGIN] <instructions> [END] ]
[ELSE [BEGIN] <instructions> [END]]
END IF ;
```



14

Exemple

- Ce bloc augmente le salaire de l'employé 120 d'un bonus en fonction du nombre de ventes effectuées. La base de données est mise à jour.

```
DECLARE
  ventes NUMBER(8,2) := 12100;
  quota  NUMBER(8,2) := 10000;
  bonus  NUMBER(6,2);
  emp_id NUMBER(6) := 120;
BEGIN
  IF ventes > (quota + 200) THEN
    bonus := (ventes - quota)/4;
  ELSE
    bonus := 50;
  END IF;
  UPDATE EMP SET salaire = salaire + bonus WHERE employe_id = emp_id;
END;
/
```



15

Exemple

- Ce bloc augmente le salaire de l'employé 120 en fonction de sa catégorie (jobid)

```

DECLARE
  jobid EMP.job_id%TYPE;
  empid EMP.employe_id%TYPE := 120;
  sal_augmentation NUMBER(3,2);
BEGIN
  SELECT job_id INTO jobid FROM EMP WHERE employe_id =
    empid;
  IF jobid = 'PROFESSEUR' THEN sal_augmentation := .09;
  ELSIF jobid = 'MAITRE CONFERENCE' THEN sal_augmentation :=
    .08;
  ELSIF jobid = 'ATER' THEN sal_augmentation := .07;
  ELSE sal_augmentation := 0;
  END IF;
  UPDATE EMP SET ...
END;
/

```



16

Les itérations

- les instructions d'itération sont tout à fait classiques :

- Boucle **FOR** :

```

FOR <compteur> IN <borne_inf> .. <borne_sup>
LOOP
  <liste_instructions>
END LOOP ;
/* il est inutile de déclarer <compteur> */

```

- Boucle **WHILE** :

```

WHILE
  <condition>
LOOP
  <liste_instructions>
END LOOP ;

```



17

Les itérations

- Il existe aussi la possibilité de sortir avec une clause **EXIT WHEN**

- Boucle **LOOP** :

```

LOOP
  <liste_instructions>
  EXIT WHEN <condition>
END LOOP ;

```



18

Exemple

```
BEGIN
  FOR num IN 0..10
  LOOP
    DBMS_OUTPUT.put_line(TO_CHAR(num));
  END LOOP;
END;
/
```

- Affiche les 10 premiers nombres à l'écran
- Remarque : num n'a pas été déclaré dans les types utilisés



19

Exemple

```
DECLARE
  NUM NUMBER(2) := 0;
BEGIN
  LOOP
    INSERT INTO RESULTAT VALUES (NUM);
    NUM := NUM+1;
    EXIT WHEN NUM > 10;
  END LOOP;
END;
/
```

- Insère dans la relation RESULTAT les 10 premières valeurs de 0 à 9



20

Les branchements

- Le **EXIT WHEN** condition
- Le **GOTO** :
 - GOTO** <étiquette> ;
 - où <étiquette> est spécifiée dans le bloc
 - sous la forme : << étiquette >>



21

Exemple

```

DECLARE
  p  VARCHAR(30);
  n  PLS_INTEGER := 37;
BEGIN
  FOR j in 2..ROUND(SQRT(n)) LOOP
    IF n MOD j = 0 THEN -- test nombre premier
      p := ' n'est pas un nombre premier'; -- pas un nombre premier
      GOTO affiche_maintenant;
    END IF;
  END LOOP;
  p := ' est un nombre premier';
  <<affiche_maintenant>>
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(TO_CHAR(n) || p);
END;
/

```



22

Exploitation des requêtes SQL

- Les instructions **SELECT**, **INSERT**, **DELETE**, **UPDATE** peuvent être utilisées dans un bloc
- Elles peuvent utiliser des variables du programme mais attention les types doivent être compatibles et il faut utiliser des noms de variables différents
- Il est possible d'affecter le retour d'une requête qui contient une seule valeur dans une variable avec **SELECT ... INTO**
- Pour les requêtes qui retournent plusieurs tuples il faut utiliser les curseurs (voir plus loin)



23

Exemple

```

DECLARE
  RESTE NUMBER := 7324 ;
BEGIN
  WHILE RESTE >= 9 LOOP
    RESTE := RESTE-9 ;
  END LOOP ;
  INSERT INTO RESULTAT VALUES (reste, 'reste division 7324 par 9') ;
END ;
/

```

- Sauvegarde dans la relation RESULTAT le contenu de la division de 7324 par 9



24

Exemple

- Récupération du nombre de vols stockés dans la base :

```
DECLARE
nb_vol  NUMBER(4,0);
...
BEGIN
SELECT COUNT(*) INTO nb_vol FROM VOL;
...
END;
```

- Récupération d'un tuple de la relation VOL de la base :

```
DECLARE
un_vol  VOL%ROWTYPE;
...
BEGIN
SELECT * INTO un_vol FROM VOL
WHERE Volnum='AF523';
...
END;
```



25

Les curseurs

- Rôle : établir la transition entre l'univers BD et celui des langages procéduraux classiques
- Permettent de pouvoir manipuler un à un tous les tuples retournés par une requête
- Un curseur est défini dans la partie déclarative d'un bloc PL/SQL par une requête d'interrogation en SQL (sa structure correspond aux attributs du SELECT), en suivant la syntaxe suivante :

```
CURSOR <nom_curseur> IS <requête_SQL>;
```



26

Exemple

```
DECLARE
une_variable NUMBER(4);
CURSOR C_pilote IS
SELECT Plnum, Plnom
FROM PILOTE
ORDER BY Plnum, Plnom;
BEGIN
...
END;
/
```



27

Gestion des curseurs

- Dans le corps du bloc entre **BEGIN** et **END**

OPEN <nom_curseur> ;

exécute la requête de définition du curseur et alloue la place mémoire nécessaire. Le curseur peut alors être perçu comme une suite d'enregistrements.

CLOSE <nom_curseur> ;

désactive le curseur et libère la place mémoire. Le curseur est alors perçu comme un ensemble indéfini.

FETCH <nom_curseur> **INTO** <liste_variables> ;

ramène le prochain enregistrement du curseur et renseigne les différentes variables réceptrices.



28

Attributs des curseurs

- Il s'agit de propriétés booléennes prédéfinies des curseurs

<nom_curseur>%**NOTFOUND**

est à vrai si l'ordre **FETCH** ne retourne aucun enregistrement.

<nom_curseur>%**FOUND**

est à vrai si l'ordre **FETCH** retourne un enregistrement.

<nom_curseur>%**ISOPEN**

est à vrai si le curseur est ouvert

<nom_curseur>%**ROWCOUNT**

retourne le nombre de tuples qui ont été accédés via le curseur (0 avant le 1er **fetch**, puis 1, puis 2 ...).



29

Exemple

```
DECLARE
CURSOR MesPilotesParisiens IS
  SELECT * FROM PILOTE
  WHERE Adr= 'PARIS';
mon_pilote pilote%ROWTYPE;
BEGIN
  OPEN MesPilotesParisiens;
  LOOP
    FETCH MesPilotesParisiens INTO mon_pilote;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(mon_pilote.Plnom);
    EXIT WHEN MesPilotesParisiens%NOTFOUND;
  END LOOP;
  CLOSE MesPilotesParisiens;
END;
```



30

Exemple

- %ISOPEN

```
IF NOT lecurseur%ISOPEN THEN
  OPEN lecurseur;
END IF;
```
- %FOUND

```
OPEN lecurseur;
LOOP
  FETCH lecurseur INTO variable1,variable2;
  EXIT WHEN NOT lecurseur%FOUND;
END LOOP;
CLOSE lecurseur;
```



31

Exemple

- %NOTFOUND

```
OPEN lecurseur;
LOOP
  FETCH lecurseur INTO variable1,variable2;
  EXIT WHEN lecurseur%NOTFOUND;
END LOOP;
CLOSE lecurseur;
```
- Dans un while

```
OPEN lecurseur;
  FETCH lecurseur INTO variable1,variable2;
  WHILE lecurseur%FOUND
  LOOP
    ...
    FETCH lecurseur INTO variable1,variable2;
  END LOOP;
CLOSE lecurseur;
```



32

Les curseurs

- Si l'ordre **SELECT** de définition du curseur comporte un calcul (horizontal ou vertical), il faut attribuer un alias au calcul pour pouvoir le manipuler ultérieurement.

```
CURSOR comptage IS
SELECT VD, COUNT(*) nb_arrivees
FROM VOL
GROUP BY VD;
```

- Le nombre de vols desservant chaque ville peut alors être manipulé par comptage.nb_arrivees



33

Les curseurs

- Il est possible de laisser le système gérer les curseurs sans utiliser **OPEN**, **FETCH**, **CLOSE** ni de déclaration de variable


```
FOR <nom_variable> IN <nom_curseur>
  LOOP <liste_instructions> END LOOP;
```
- ```
DECLARE
 CURSOR comptage IS
 SELECT VD, COUNT(*) nb_arrivees
 FROM VOL
 GROUP BY VD;
BEGIN
 FOR C1 IN comptage LOOP
 IF C1.nb_arrivees < 10 THEN ...
 END LOOP;
END
```



34

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les curseurs

- Il est possible de passer un paramètre à un curseur

```
DECLARE
 CURSOR lecurseur (un_car CHARACTER) IS SELECT att1,att2
 FROM table
 WHERE att3 = un_car;
BEGIN
 OPEN lecurseur('a');
```



35

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les exceptions

- Rappel : les exceptions permettent de contrôler des erreurs d'exécution. Affichage de l'erreur ou traitement de l'erreur.
- Il existe deux types d'exception :
  - Exceptions définies par l'utilisateur dans la partie déclarative du bloc. Elles sont déclenchées dans le corps du bloc, si une condition est remplie, par :
 

```
IF <condition> THEN RAISE <nom_exception>; END IF ;
```
  - Exceptions prédéfinies, gérées par ORACLE, correspondant à des erreurs internes.



36

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les exceptions

- *Quelques exemples :*
  - **NO\_DATA\_FOUND** : déclenchée si une requête ne rend aucun résultat ;
  - **ZERO\_DIVIDE** : déclenchée s'il y a tentative de division par 0 ;
  - **DUP\_VAL\_ON\_INDEX** : déclenchée lors d'une tentative d'insertion d'une valeur dupliquée pour un attribut sur lequel est défini un index primaire ;
  - **INVALID\_NUMBER** : déclenchée si une incompatibilité pour un type numérique est détectée.
  - **INVALID\_CURSOR** déclenchée par exemple dans le cas d'accès à un curseur non ouvert.



37

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les exceptions

- Le traitement des exceptions se fait dans la partie **EXCEPTION** du bloc PL/SQL par :
 

```
WHEN <nom_exception> THEN [BEGIN] <liste_instructions>
[END] ;
```

Ou

```
WHEN OTHERS THEN <liste_instructions>
```



38

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exemple

```
DECLARE
 nb_vols NUMBER(2,0);
 impossible EXCEPTION;
 numero VOL.Volnum%TYPE;
 ...
BEGIN
 SELECT COUNT(*) INTO nb_vols FROM VOL;
 ...
 IF numero > 10000 THEN RAISE impossible;
 ...
EXCEPTION
 WHEN impossible THEN numero := 0;
 WHEN OTHERS THEN numero := 100;
END;
```



39

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exemple

```

DECLARE
 ratio NUMBER(3,1);
BEGIN
 SELECT valeur / nombre INTO ratio FROM table;
 -- peut entraîner une division par 0
 INSERT INTO STATS (chaine,ratio) VALUES ('la valeur est', ratio);
EXCEPTION
 -- Traitement de l'exception
 WHEN ZERO_DIVIDE THEN INSERT INTO STATS (ratio) VALUES ('Division par 0',
 NULL);
END;
```



40

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exemple

```

DECLARE
 valeur INTEGER := 7;
BEGIN
 IF valeur NOT IN (1, 2, 3) THEN RAISE INVALID_NUMBER;
 END IF;
EXCEPTION
 WHEN INVALID_NUMBER THEN ROLLBACK;
 WHEN OTHERS THEN
END;
```



41

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les modules stockés

- Un module stocké est un programme rangé dans la base de données et être ainsi ré-utilisables et partageables (autorisation)
- Ces programmes peuvent être appelés à tout moment par un client et seront exécutés sur le serveur
- Il est possible de définir des procédures ou des fonctions



42

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les procédures

```
CREATE[OR REPLACE] PROCEDURE nom_procedure
/* Déclaration des paramètres */
(var_entree IN type,
 var_sortie OUT type,
 var_entrée_sortie IN OUT type) IS
/* Déclaration des variables locales*/
var_locale type;
BEGIN
<liste_instructions>
[EXCEPTION ...]
END ;
```



43

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les fonctions

```
CREATE [OR REPLACE] FUNCTION nom_fonction
/* Déclaration des paramètres */
(var_entree IN type, ...)
RETURN type IS
/* Déclaration des variables locales*/
var_locale type;
BEGIN
<liste_instructions>
RETURN (var_locale) ;
[EXCEPTION ...]
END ;
```



44

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exemple

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION nb_vol (num IN INTEGER)
RETURN INTEGER IS
nb INTEGER ;
BEGIN
SELECT COUNT(Volnum) INTO nb
FROM VOL
WHERE Plnum= num ;
RETURN (nb) ;
END ;
```



45

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exemple

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE nom_pil (
 numero IN PILOTE.Plnum%type,
 nom OUT PILOTE.Plnom%type) IS
BEGIN
 SELECT Plnom INTO nom FROM PILOTE WHERE numero = Plnum ;
END;
```

- Appel

```
DECLARE
 leNomPilote VARCHAR(100) ;
BEGIN
 nom_pil(100,leNomPilote); -- appel de la procedure
 dbms_output.put_line(leNomPilote); -- affichage
END;
```



46

---

---

---

---

---

---

---

---

## Entrées-Sorties

- Pour pouvoir **afficher du texte à l'écran** utilisation du package DBMS\_OUTPUT : au niveau du prompt SQLPlus, exécuter l'instruction suivante :  
**SET SERVEROUTPUT ON**
- l'instruction pour afficher du texte ou le contenu d'une variable est :  
**DBMS\_OUTPUT.PUT\_LINE('texte' || variable);**
- où || est le caractère permettant la concaténation de chaînes.



47

---

---

---

---

---

---

---

---

## Entrées-Sorties

- D'autres fonctions disponibles pour l'affichage

**dbms\_output.enable** (autorise l'affichage)  
**dbms\_output.disable** (interdit l'affichage)  
**dbms\_output.put\_line** (affiche la chaîne et passe à la ligne)  
**dbms\_output.new\_line** (passe à la ligne)



48

---

---

---

---

---

---

---

---



## Entrées-Sorties

- Dans votre code :

```
SET SERVEROUTPUT ON;
DECLARE
 LeNomPilote VARCHAR(100) ;
BEGIN
 nom_pil(100,LeNomPilote) ; -- appel de la procedure
 dbms_output.put_line(LeNomPilote) ; -- affichage
END;
```



49

---

---

---

---

---

---

---

- Des questions ?



50

---

---

---

---

---

---

---