Procédures Stockées

Bases de Données

Nicolas Travers
Equipe Vertigo - Laboratoire CEDRIC
Conservatoire National des Arts & Métiers, Paris, France

Contenu du cours

- PL/SQL
  - Variables
  - Structures de contrôle
  - Interaction avec la base et Curseurs
  - Sous-programmes, paquetages
  - Exceptions
  - Transactions

(D'après les supports de Michel Crucianu, Cédric du Mouza et Philippe Rigaux)

Bibliographie

Bales, D.K. *Java programming with Oracle JDBC*. O'Reilly, 2002.

Bizoi, R. *PL/SQL pour Oracle 10g*, Eyrolles. 2006.

Date, C. *Introduction aux bases de données*. Vuibert, 2004 (8ème édition).

Gardarin, G. *Bases de données*, Eyrolles. 2003.

Reese, G. *JDBC et Java : guide du programmeur*. O'Reilly, 2001.

Soutou, C. *SQL pour Oracle*. Eyrolles, 2008 (3ème édition).

PL/SQL

- *Procedural Language / Structured Query Language*
  - PL/SQL : langage propriétaire Oracle
  - Language procédural :
    - Variables, boucles, tests, curseurs, fonctions/procédures, exceptions
- Syntaxe de PL/SQL inspirée du langage Ada (Pascal)
  - Avantages de SQL
  - Programmation en plus
- PL/SQL n'est pas très éloigné du langage normalisé *Persistent Stored Modules* (PSM)

PL/SQL

- Qui ?
  - DBA
  - Programmeur d'application de BD
- Existe dans d'autres SGBDR
  - *MySQL* : PL/SQL like
  - *Sybase* et *Microsoft SQL server* : Transact-SQL
  - *PostgreSQL* : PL/pgSQL
  - *DB2* (IBM) : SQL Procedural Language
- Documentation Oracle (en anglais)
  http://download.oracle.com/docs/cd/B10501_01/appdev.920/a96624/toc.htm
- Documentation MySQL
  http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/fr/stored-procedure-syntax.html

Quel est l'intérêt de PL/SQL ?

- SQL est déclaratif
  - Requêtes naturelles
  - Mais les applications complexes exigent plus,
    - Pour la facilité et l'efficacité de développement :
      - gérer le contexte,
      - lier plusieurs requêtes entre elles,
      - créer des librairies de procédures cataloguées réutilisables
    - Pour l'efficacité de l'application :
      - factoriser les traitements proches des données
      - réduire les échanges client et serveur

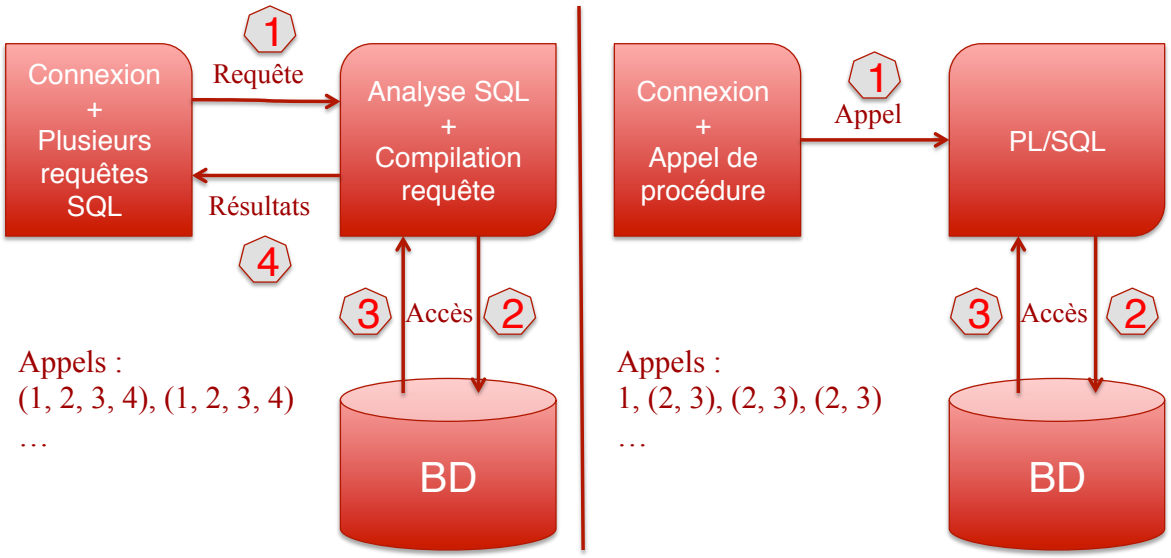
      (un programme PL/SQL est exécuté sur le serveur)

⇒ Besoin d'étendre SQL :
PL/SQL est une extension procédurale

PL/SQL - Modes

- Interactif :
  - Exécution de code
    - par exemple, contrôler ou corriger des données
- Stocké :
  - Procédures, fonctions ou de triggers
  - Appel interne
- Programme :
  - Appel depuis langages généralistes (JDBC)

Architecture



Structure d'un programme

- Programme PL/SQL = bloc (procédure anonyme, procédure nommée, fonction nommée) :

```
DECLARE
        -- section de déclarations
        -- section optionnelle
        …
BEGIN
        -- traitement, avec d'éventuelles directives SQL
        -- section obligatoire
        …
EXCEPTION
        -- gestion des erreurs retournées par le SGBDR
        -- section optionnelle
        …
END;
/       ← lance l'exécution sous SQL*Plus
```


Exemple

```
DECLARE
  -- Quelques variables
  v_nbFilms   INTEGER;
  v_nbArtistes INTEGER;

BEGIN
  -- Compte le nombre de films
  SELECT COUNT(*) INTO v_nbFilms FROM Film;
  -- Compte le nombre d'artistes
  SELECT COUNT(*) INTO v_nbArtistes FROM Artiste;

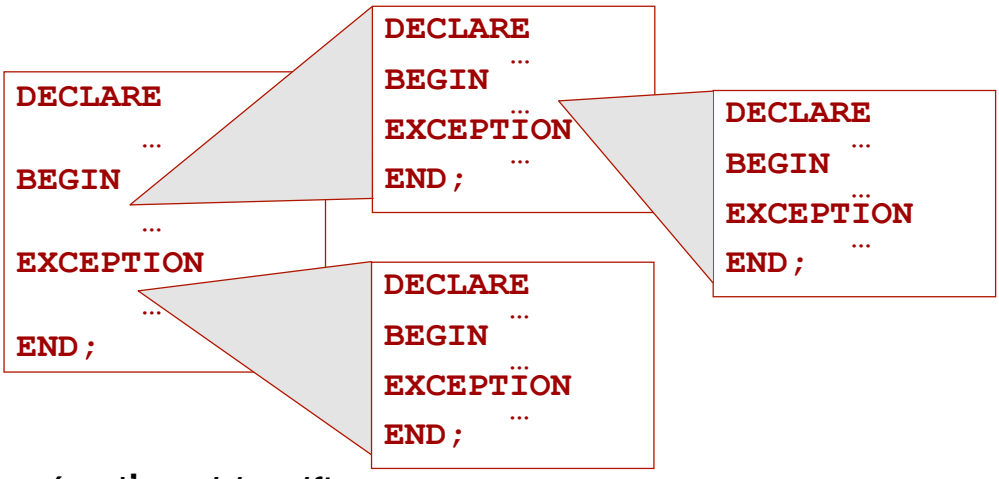
  -- Affichage des résultats
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Nombre de films: ' || v_nbFilms);
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Nombre d''artistes: ' || v_nbArtistes)

EXCEPTION
  WHEN OTHERS THEN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Problème rencontré dans StatsFilms');

END;
```

Imbrication des blocs PL/SQL

- Blocs imbriqués :



- Portée d'un *identificateur* :
  - un descendant peut accéder aux identificateurs déclarés par un parent, pas l'inverse
- Un bloc est compilé pour être ensuite exécuté

Identificateurs, commentaires

- **Identificateur** :
  - Variable, curseur, exception, etc.
  - Commence par une lettre
  - Peut contenir : lettres, chiffres, $, #, _
  - Interdits : &, -, /, *espace*
  - Jusqu'à 30 caractères
  - Insensible à la casse !
    (`nompilote = NomPILOTE`)

- Commentaires :

```
-- Commentaire sur une seule ligne
/* Commentaire sur plusieurs
   lignes */
```

Variables

- Toute variable PL/SQL :
  - Obligatoirement défini dans **DECLARE** avant utilisation
- Types de variables PL/SQL :
  - Types Scalaires (Oracle) :
    - NUMBER(5,2),
    - VARCHAR2,
    - DATE,
    - BOOLEAN, …
  - Composites :
    - %TYPE (schéma d'un attribut),
    - %ROWTYPE (schéma d'une table ou résultat de requête),
    - RECORD (type complexe dérivé),
    - TABLE (tables dynamiques)
  - Référence :
    - REF
  - Large Object :
    - LOB (jusqu'à 4 Go ; pointeur si externe)

Variables scalaires

- Syntaxe de déclaration :

  Identificateur [CONSTANT] type [[NOT NULL] {:= | DEFAULT} expression];

  - **CONSTANT** :

    c'est une constante (doit être initialisée)

  - **NOT NULL** :

    on ne peut pas lui affecter une valeur nulle (sinon exception **VALUE_ERROR**)

  - Initialisation :

    := (affectation)

    DEFAULT

- Pas de déclaration multiple dans PL/SQL !

  number1, number2 NUMBER; ← déclaration incorrecte !

Variables scalaires : Exemples

```
DECLARE
  nom varchar2 (10) not null;
  adresse varchar2 (20);
  x INT := 1;
  pi constant FLOAT := 3.14159;
  rayon FLOAT DEFAULT 1;
  surface DOUBLE := pi * rayon ** 2;
```


Variables et SQL

- Possibilité d'affecter une valeur grâce à une requête SQL

```
SELECT titre INTO mon_film
FROM FILM
WHERE id_film = mon_id_film ;
```

Variables composites

- ```
  TYPE adresse IS RECORD
      (no          INTEGER,
       rue         VARCHAR(40),
       ville       VARCHAR(40),
       codePostal  VARCHAR(10) ;
  ```

- `titre Film.titre%TYPE;`
  - Même type qu'un attribut ou autre variable ;
  - Préserve des modifications de tables ;

- `artiste Artiste%ROWTYPE`
  - Contraintes **`NOT NULL`** de la table non transmises ;
  - un seul tuple affecter à une variable **`%ROWTYPE`** !

- Possibilité de dériver des types à partir du retour des requêtes (cf. curseurs)

Variables composites : Exercice

- Créer une procédure :
  - Pour un id de Film (*mon_id_film*) donné
  - Récupère le *titre* du film correspondant
  - Récupère le *nom* et le *prénom* du metteur en scène (id_mes) dans la table Artiste
  - Affiche le titre et le nom à l'aide de *DBMS_OUPUT.PUT_LINE*

- Schéma :
  - Film (id_film, titre, id_mes, année, coût, recette)
  - Artiste (id, nom, prenom, date_naiss)
  ```

Nouveaux types PL/SQL

- Nouveaux types prédéfinis :
  `BINARY_INTEGER` : entiers signés entre -2^{31} et 2^{31}
  `PLS_INTEGER` : entiers signés entre -2^{31} et 2^{31}
  plus performant en opérations arithmétiques
- Sous-types PL/SQL :
  - Restriction d'un type de base
    - **`CHARACTER, INTEGER, NATURAL, POSITIVE, FLOAT, SMALLINT, SIGNTYPE`**, etc.
  - Restriction : précision ou taille maximale

```
SUBTYPE nomSousType IS typeBase
            [(contrainte)] [NOT NULL];
```

  - Exemple de sous-type utilisateur :

```
SUBTYPE numInsee IS NUMBER(13) NOT NULL;
```


Conversions implicites

- Lors du calcul d'une expression ou d'une affectation
- Exception si conversion non autorisée

De A	CHAR	VARCHAR2	BINARY_INTEGER	NUMBER	LONG	DATE	RAW	ROWID
CHAR		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
VARCHAR2	OUI		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
BINARY_INTEGER	OUI	OUI		OUI	OUI			
NUMBER	OUI	OUI	OUI		OUI			
LONG	OUI	OUI					OUI	
DATE	OUI	OUI			OUI			
RAW	OUI	OUI			OUI			
ROWID	OUI	OUI						

Conversions explicites

De \ A	CHAR	NUMBER	DATE	RAW	ROWID
CHAR		TO_NUMBER	TO_DATE	HEXTORAW	CHARTOROWID
NUMBER	TO_CHAR		TO_DATE		
DATE	TO_CHAR				
RAW	RAWTOHEX				
ROWID	ROWIDTOHEX				

Variables **TABLE**

- Tableaux dynamiques, composé de :
  - Clé primaire
  - Colonne de type scalaire
    - **%TYPE, %ROWTYPE OU RECORD**

- Fonctions PL/SQL dédiées aux tableaux :
  EXISTS(x), PRIOR(x), NEXT(x), DELETE(x,...), COUNT, FIRST, LAST, DELETE

Variables **TABLE** : exemple

```
DECLARE
  TYPE FilmSF IS TABLE OF Film%ROWTYPE
     INDEX BY BINARY_INTEGER;
  tabFilms FilmSF;
  tmpIndex BINARY_INTEGER;
BEGIN
  ...
  tmpIndex := tabFilms.FIRST;
  tabFilms(4).Titre := 'Star Wars - Ep 4';
  tabFilms(4).MES := 54;
  tabFilms.DELETE(5);
  ...
END;
```


Affectation de Variables : ligne de commande

```
SQL> ACCEPT s_titre PROMPT 'Titre Film : '
SQL> ACCEPT s_annee PROMPT 'Année de sortie : '
SQL> ACCEPT s_MES PROMPT 'Metteur en scène : '
DECLARE
     id_film NUMBER(6,2) DEFAULT 1;
BEGIN
     INSERT INTO Film VALUES
            (id_film, '&s_titre', &s_annee, &s_MES, 0, 0);
END;
/
```

Résolution des noms

- Lors de doublons de noms
  - Variable, Table, Colonne
- Règles de résolution des noms :
  - Variable du bloc prioritaire sur variable externe au bloc (et visible)
  - *Variable* prioritaire sur *nom d'une table*
  - *Nom d'une colonne d'une table* prioritaire sur *Variable*

Entrées et Sorties

- Paquetage **DBMS_OUTPUT** :
  - Sortie d'une valeur :

```
PUT(valeur IN {VARCHAR2 | DATE | NUMBER});
```

  - Sortie d'une valeur suivie de fin de ligne :

```
PUT_LINE(valeur IN {VARCHAR2 | DATE |
NUMBER});
```

  - Entrée d'une valeur :

```
GET_LINE(ligne OUT VARCHAR2(255), statut OUT
 INTEGER);
```

Entrées et Sorties (2)

- Autres API pour des E/S spécifiques :
  - **`DBMS_PIPE`** : échanges avec les commandes du système d'exploitation
  - **`UTL_FILE`** : échanges avec des fichiers
  - **`UTL_HTTP`** : échanges avec un serveur HTTP (Web)
  - **`UTL_SMTP`** : échanges avec un serveur SMTP (courriel)
  - **`HTP`** : affichage des résultats sur une page HTML

Structures de contrôle

- Structures Conditionnelles
  - If then else
  - Case when
- Structures Répétitives
  - While
  - Loop
  - For

Structures conditionnelles

- **IF** <condition> **THEN**
  <instructions> ;
  ELSIF <condition> **THEN**
  <instructions> ;
  ELSE
  <instructions> ;
  END IF;

- **CASE** <variable>
  WHEN <value> **THEN**
  <instructions> ;
  …
  WHEN <value> **THEN**
  <instructions> ;
  ELSE
  <instructions> ;
  END CASE;

IF : exemple

```
DECLARE
  titre Film.titre%TYPE;
BEGIN
  IF episode = 4 THEN
      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('A new Hope');
  ELSIF episode = 5 THEN
      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Empire strikes Back');
  ELSIF episode = 7 THEN
      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('The Force Awakens');
  END IF;
END;
/
```

CASE

- Seul le cas valide est traité
- Si aucun cas valide : exception **CASE_NOT_FOUND**
- Exemple :

```
DECLARE
  titre Film.titre%TYPE;
BEGIN
  CASE episode
  WHEN 1 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('The Fantom Menace');
  WHEN 2 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('The Clone Wars');
  WHEN 3 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Revange of the Siths');
  WHEN 4 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('A new Hope');
  WHEN 5 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Empire strikes Back');
  WHEN 6 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Return of the Jedi');
  WHEN 7 THEN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('The Force Awakens');
  ELSE
       DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Unkown episode');
  END IF;
END;
/
```


Structures répétitives

- **WHILE** <condition> **LOOP**
  <instructions> ;
  END LOOP;

- **LOOP**
  <instructions> ;
  EXIT WHEN <condition> ;
  <instructions>
  END LOOP;

- **FOR** <variable> **IN** <value> .. <value> **LOOP**
  <instructions> ;
  END LOOP;

Tant que (**WHILE**) : exemple

```
DECLARE
  a INTEGER := 1;
  b INTEGER := 1;
BEGIN
  WHILE b <= 10 LOOP
      a := a * b;
      b := b + 1;
  END LOOP;
END;
```


Répéter (**LOOP**) : exemple

```
DECLARE
  a INTEGER := 1;
  b INTEGER := 1;
BEGIN
  LOOP
      a := a * b;
      b := b + 1;
      EXIT WHEN b >= 10;
      b := b + 1;
  END LOOP;
END;
```

Pour (**FOR**) : exemple

- Compteur est incrémenté de 1 (ou décrémenté si **REVERSE**) ;

```
DECLARE
  a   INTEGER := 1;
  b   INTEGER := 1;
BEGIN
  FOR b IN 1..10 LOOP
      a := a * b;
  END LOOP;
END;
```


Boucles imbriquées

- Chaque structure répétitives peut avoir une étiquette : `<<étiquette>>`

```
DECLARE
  ...
BEGIN
  ...
  <<boucleExterne>>
  LOOP
      ...
      LOOP
          ...
          EXIT boucleExterne WHEN ...;
             /* quitter boucle externe */
          ...
          EXIT WHEN ...;
             -- quitter boucle interne
      END LOOP;
      ...
  END LOOP;
  ...
END;
```

Interaction avec la base

- Interrogation directe des données :
  - `SELECT titre INTO varTitre`
    `FROM Film WHERE année = 2015;`
    - Doit retourner 1 enregistrement
    - Sinon `TOO_MANY_ROWS` ou `NO_DATA_FOUND`
- Manipulation des données :
  - `INSERT INTO nomTable (liste colonnes) VALUES (liste expressions);`
  - `UPDATE nomTable SET nomColonne = expression [WHERE condition];`
  - `DELETE FROM nomTable [WHERE condition];`

Curseurs

- Problème :
  - Accès direct : ne prend qu'un seul tuple
  - Comment récupérer plusieurs tuples ?

➢curseur parcourt un par un chaque tuple résultat ('pointeur' sur résultats).

- Chaque tuple récupéré pourra être mis dans une variable

Curseurs : instructions

```
DECLARE
  -- Définition du curseur sur tous les films
  CURSOR lesFilms IS SELECT * FROM Film;

  -- Variable d'affectation des tuples
  leFilm Film%ROWTYPE;

BEGIN
  -- Ouverture du curseur et exécution de la requête
  OPEN lesFilms;

  -- Chargement d'un tuple, et positionnement sur le suivant
  FETCH lesFilms INTO leFilm;

  -- Fermeture du curseur et libération mémoire
  CLOSE lesFilms;
```


Curseurs explicites : attributs

- **nomCurseur%ISOPEN**
  - **TRUE** si le curseur est ouvert
- **nomCurseur%FOUND**
  - **TRUE** si le dernier **FETCH** contient un tuple
- **nomCurseur%NOTFOUND**
  - **TRUE** si le dernier **FETCH** ne contient pas de tuples
- **nomCurseur%ROWCOUNT**
  - nombre total de lignes traitées jusqu'à présent (par ex. nombre de **FETCH**)

Curseur : Exercice

- Programme avec curseur
  - Récupérer tous les films dont 'Georges Lucas' est le metteur en scène (MES)
  - Afficher pour chaque film le titre et l'année
  - Bonus: Afficher le gain total de tous les films
    - Somme(recette) - somme(cout)

- Schéma :
  - Film (id_film, titre, id_mes, année, coût, recette)
  - Artiste (id, nom, prenom, date_naiss)

Curseur paramétré

- Objectif :
  - paramétrer la requête associée à un curseur
    - Provient d'une variable temporaire, paramètre du programme
- Syntaxe :

```
CURSOR nomCurseur(param1[, param2, ...]) IS ...;
```

  Paramètres :

```
nomPar [IN] type [{:= | DEFAULT} valeur];
```

  (`nomPar` est inconnu en dehors de la définition !)
- Utilisation :

```
OPEN nomCurseur(valeurPar1[, valeurPar2, ...]);
```

- Fermeture (`CLOSE`) avant d'utiliser avec d'autres paramètres

Curseur Paramétré: Exercice

- Programme avec curseur paramétré
  - Récupérer tous les films d'un MES en paramètre (leMES)
  - Pour chaque film, affichage :
    - Si le gain (*recette - cout*) est supérieur à une valeur donnée (*seuil*)
    - Du titre et de l'année
  - Afficher le nombre de films précédents / total

- Schéma :
  - Film (id_film, titre, id_mes, année, coût, recette)
  - Artiste (id, nom, prenom, date_naiss)

Boucle **FOR** avec curseur

- Exécute les instructions pour chaque enregistrement

```
DECLARE
  CURSOR films(idMES Film.MES%TYPE) IS
       SELECT * FROM Film
       WHERE MES = idMES ;
  leFilm       Film%ROWTYPE;
  nbSup        NUMBER(11,2) := 0;
  total        NUMBER(11,2) := 0;
BEGIN

  -- l'ouverture du curseur se fait dans le FOR
  FOR leFilm IN films(leMES) LOOP
       IF (leFilm.recette - leFilm.cout) > seuil THEN
         DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(leFilm.titre||' : '||leFilm.année);
         nbSup := nbsup + 1;
       END IF;
       total = films%ROWCOUNT;
  END LOOP;
  -- Fermeture du curseur (plus de %ROWCOUNT)

  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Résultat:'|| nbSup ||'/'|| total);
END;
```

Programmes et Sous-Programmes

- Nommage et paramétrage de Blocs
  - **Procédure**
    - Eventuellement retourne DES résultats
  - **Fonction**
    - Résultat unique obligatoire
    - Appel possible dans une requête SQL
- Programmes stockés dans la base
  - Modularité (conception et maintenance),
  - Réutilisation
  - Intégrité (regroupement de traitements dépendants)
  - Sécurité (gestion des droits/contraintes sur données)
- Récursivité autorisée (à utiliser avec précaution) !
- Sous-Programmes
  - Défini dans le `DECLARE`

Appel de programme

- Appel de procédure/fonction depuis un **bloc PL/SQL** :

```
nomProcedure(listeParEffectifs);
```

- Appel de procédure stockée sous **SQL*Plus** :

```
SQL> EXECUTE nomProcedure(listeParEffectifs);
```

- Appel de fonction stockée sous **SQL*Plus** :

```
SQL> nomFonction(listeParEffectifs);
```

Procédures

- Syntaxe :

```
CREATE [OR REPLACE] PROCEDURE nomProcedure
    [(par1 [IN | OUT | IN OUT] [NOCOPY] type1
          [{:= | DEFAULT} expression]
    [, par2 [IN | OUT | IN OUT] [NOCOPY] type2
          [{:= | DEFAULT} expression ... )]
    {IS | AS} [declarations;]

BEGIN
    <instructions>;
[EXCEPTION
    <traitementExceptions>;
]
END [nomProcedure];
```


Paramètres

- Types de paramètres :
  - Entrée (**IN**)
    - Valeur constante (pas d'affectation)
    - Toujours passé par référence !
  - Sortie (**OUT**)
    - Valeur de retour
    - Ne peut être qu'affecté (pas utilisé)
    - Par défaut (sans **NOCOPY**) passé par valeur !
  - Entrée et sortie (**IN OUT**)
    - Passé en référence
    - Valeur de retour
    - Peut être utilisé et affecté
    - Par défaut (sans **NOCOPY**) passé par valeur !
- **NOCOPY**
  - Données retours par référence (paramètres volumineux)

Procédure locale : exemple

```
DECLARE
   -- Procédure locale
   PROCEDURE lesFilms (prenomParam VARCHAR2(30), nomParam VARCHAR2(30))
   IS
         CURSOR films(lePrenom VARCHAR2(20), leNom VARCHAR2(20)) IS
                  SELECT * FROM Film
                  WHERE MES = (SELECT id
                              FROM Artiste
                              WHERE Nom=leNom and Prenom=lePrenom);
         leFilm    Film%ROWTYPE;
   BEGIN
         FOR leFilm IN films(prenomParam,nomParam) LOOP
           DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(' '||leFilm.titre||' : '||leFilm.année);
         END LOOP;
   END lesFilms;
   CURSOR mes IS
         SELECT * FROM Artiste where id in (select MES from Films);
   leMes Film%ROWTYPE;
BEGIN
   FOR leMes IN mes() LOOP
         DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(leMes.prenom||' '||leMes.nom||' : ');
         -- Appel de la procédure
         lesFilms(leMes.prenom,lesMes.nom);
   END LOOP;

END;
```


Fonctions

- Syntaxe :

```
CREATE [OR REPLACE] FUNCTION nomFonction
    [(par1 [IN | OUT | IN OUT] [NOCOPY] type1
          [{:= | DEFAULT} expression]
    [, par2 [IN | OUT | IN OUT] [NOCOPY] type2
          [{:= | DEFAULT} expression ... )]
    -- OUT a éviter (effets de bords)

    RETURN typeRetour
    {IS | AS} [declarations;]
BEGIN
    <instructions>;
    ...
    RETURN varRetour;
    -- return obligatoire

[EXCEPTION
    <traitementExceptions>;
]
END [nomFonction];
```

Fonctions : Exemple

```
DECLARE
   FUNCTION nbFilms (idMES Film.MES%TYPE)
   RETURN INTEGER
   IS
        nbFilm   INTEGER;
   BEGIN
        SELECT COUNT(*) INTO nbFilm FROM Film
                 WHERE MES = idMES;
        RETURN nbFilm;
   END nbFilms;
   CURSOR mes IS
        SELECT * FROM Artiste where id in (select MES from Film);
   leMes Film%ROWTYPE;
   nbFilm INTEGER;
BEGIN
   FOR leMes IN mes() LOOP
        nbFilm := nbFilms(leMes.id);
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(leMes.prenom||' '||leMes.nom||' : '||nbFilm);
   END LOOP;
END;
```


Fonction stockée : exemple

- Appel depuis SQL*Plus :

```
SQL> SELECT prenom, nom, nbFilms(id)
     FROM Artiste
     WHERE id in (select MES from Film);
```

Manipulation de programme

- Création ou modification de sous-programme :

```
CREATE [OR REPLACE] {PROCEDURE | FUNCTION} nom ...
```

- Recompilation automatique lors d'une modification
  - Pour une compilation manuelle :

```
ALTER {PROCEDURE | FUNCTION} nom COMPILE
```

  - Affichage des erreurs de compilation sous SQL*Plus :

```
SHOW ERRORS
```

- Suppression de sous-programme :

```
DROP {PROCEDURE | FUNCTION} nom
```


Paquetages

- Paquetage
  - Regroupement variables, curseurs, fonctions, procédures, etc.
  - Ensemble cohérent de services
- Encapsulation
  - Accès extérieurs
  - Accès privés (internes au paquetage)
- Structure
  - Section de spécification
    - Déclaration des variables et curseurs,
    - Déclaration sous-programmes accessibles depuis l'extérieur
  - Section d'implémentation
    - Code des sous-programmes accessibles depuis l'extérieur
    - Sous-programmes accessibles en interne (privés)

Section de spécification

- Syntaxe :

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE nomPaquetage {IS | AS}
    [declarationTypeRECORDpublique ...; ]
    [declarationTypeTABLEpublique ...; ]
    [declarationSUBTYPEpublique ...; ]
    [declarationRECORDpublique ...; ]
    [declarationTABLEpublique ...; ]
    [declarationEXCEPTIONpublique ...; ]
    [declarationCURSORpublique ...; ]
    [declarationVariablePublique ...; ]
    [declarationFonctionPublique ...; ]
    [declarationProcedurePublique ...; ]
END [nomPaquetage];
```


Spécification : exemple

```
CREATE PACKAGE gestionMES AS
  ...
  FUNCTION nbFilms(idMES Film.MES%TYPE)
           RETURN INTEGER;

  FUNCTION leMES(titreFilm Film.MES%TYPE)
           RETURN INTEGER;

  PROCEDURE filmParMES();
  ...
END gestionMES;
```

Section d'implémentation

- Syntaxe :

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE BODY nomPaquetage {IS | AS}
    [declarationTypePrive ...; ]
    [declarationObjetPrive ...; ]
    [definitionFonctionPrivee ...; ]
    [definitionProcedurePrivee ...; ]
    [instructionsFonctionPublique ...; ]
    [instructionsProcedurePublique ...; ]
END [nomPaquetage];
```


Implémentation : exemple (1/2)

```
CREATE PACKAGE BODY gestionMES AS

    -- Fonction publique : Nombre de films pour un Metteur en scène
    FUNCTION nbFilms(idMES Film.MES%TYPE) RETURN INTEGER IS
            nbFilm      INTEGER;
            BEGIN
                        SELECT COUNT(*) INTO nbFilm FROM Film WHERE MES = idMES;
                        RETURN nbFilm;
    END nbFilms;

    -- Fonction publique : Retourne l'id du metteur en scène à partir d'une titre de film
    FUNCTION leMES(titreFilm Film.MES%TYPE) RETURN INTEGER IS
            idMES       Film.MES%TYPE;
            BEGIN
                        SELECT MES INTO idMES FROM Film WHERE title like titreFilm;
                        RETURN idMES;
    END leMES;

    /* Fonction publique : Affiche pour chaque metteur en scène provenant un curseur privé :
            - son prenom et son nom
            - appel une procédure d'affichage de tous ses films */
    PROCEDURE filmParMES() IS
            leMES       Artiste%ROWTYPE;
            BEGIN
                        FOR leMES IN lesMES() LOOP
                                    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(leMES.prenom||' '||leMES.nom);
                                    lesFilms (leMES.id);
                        END LOOP;
    END filmParMES;
```

Implémentation : exemple (2/2)

```
    -- Curseur privé : liste tous les artistes metteurs en scène
    CURSOR lesMES()
           IS SELECT * FROM Artiste where id in (select MES from Films);

    -- Procédure privée : affiche tous les films d'un metteur en scène
    PROCEDURE lesFilms (leMES Film.MES%TYPE) IS
           CURSOR films (idMES Film.MES%TYPE) IS
                      SELECT * FROM Film where MES = idMES
                      ORDER BY année;
           leFilm FILM%ROWTYPE;
           BEGIN
                      FOR leFilm IN films(leMES) LOOP
                                 DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(' '||leFilm.titre||' '||leFilm.année);
                      END LOOP;
    END lesFilms;

END gestionMES;
```


Référence au paquetage

- Uniquement sur les objets et programmes **publics**
- Syntaxe :

  `nomPaquetage.nomObjet`

  `nomPaquetage.nomSousProgramme(...)`

Manipulation d'un paquetage

- Re-compilation d'un paquetage :
  - **CREATE OR REPLACE PACKAGE**
  - Modification d'une sections
    - ➢re-compilation automatique de l'autre section
  - Erreurs de compilation avec SQL*Plus :
    SHOW ERRORS
- Suppression d'un paquetage :

```
DROP BODY nomPaquetage;
DROP nomPaquetage;
```


Exceptions

- Conditions d'erreur lors de l'exécution
- **EXCEPTION**
  - Clause de récupération d'erreur
  - Evite l'arrêt systèmatique du programme
- Possibilité de définir des erreurs

Traitement des exceptions

- Syntaxe :

```
BEGIN
    ...
EXCEPTION
    WHEN nomException1 [OR nomException2 ...] THEN
          instructions1;
    WHEN nomException3 [OR nomException4 ...] THEN
          instructions3;
    WHEN OTHERS THEN
          instructionsAttrapeTout;
END;
```

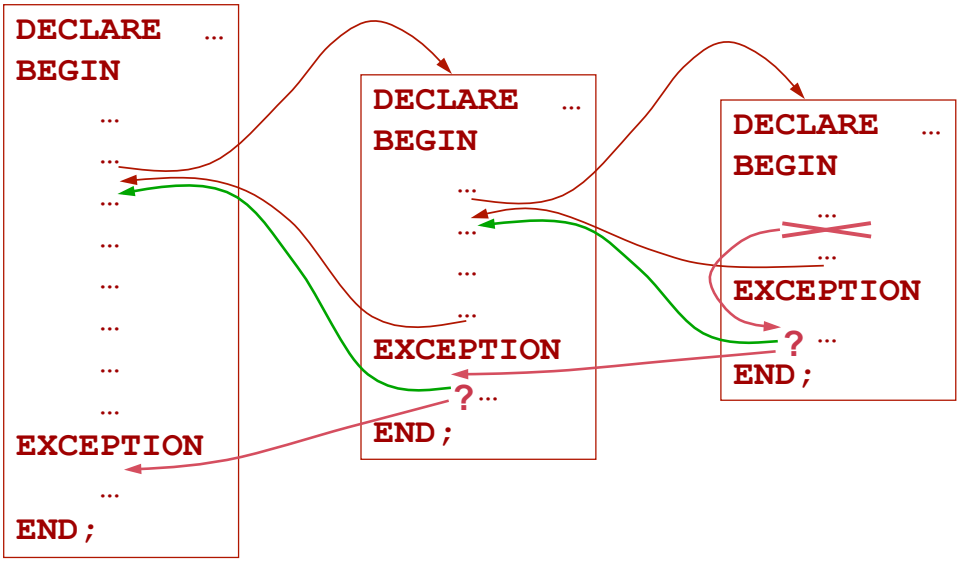
- Affichage de l'erreur

```
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(SQLERRM ||' : '|| SQLCODE);
```


Lors d'une exception

1. Aucun traitement n'est prévu
   - ➢ le programme s'arrête
2. Un traitement est prévu :
   - Arrêt de l'exécution du bloc PL/SQL courant
   - L'exception est recherchée dans la section **EXCEPTION**
     - Associée au bloc courant,
     - Sinon dans les blocs parents
     - Sinon le programme appelant
   - Exception traitée suivant les instructions trouvées
     - Spécifiques
     - Attrape-tout
   - Exécution du traitement prévu par l'exception (**THEN...**)
   - Suite de l'exécution dans le bloc/programme parent

Suivi des exceptions



Mécanismes de déclenchement

1. Déclenchement automatique
   - Erreurs prédéfinies Oracle
   - `VALUE_ERROR, ZERO_DIVIDE, TOO_MANY_ROWS`, etc.
2. Déclenchement programmé
   - Dans **`DECLARE`** :

     ```
     nomException EXCEPTION;
     ```
   - Dans **`BEGIN`** :

     ```
     RAISE nomException;
     ```
   - Dans **`EXCEPTION`** :

     ```
     WHEN nomException THEN
     ```

Mécanismes de déclenchement (2)

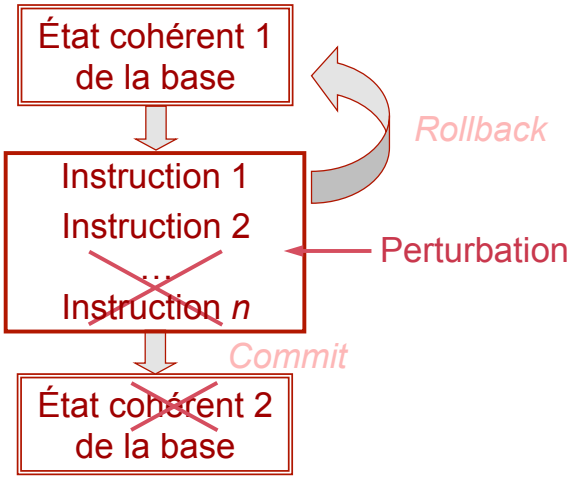
- Déclenchement
  - avec message et code d'erreur personnalisé :

```
RAISE_APPLICATION_ERROR(
numErr, messageErr,[TRUE | FALSE]);
```

  - **TRUE** : mise dans une pile d'erreurs à propager (par défaut) ;
    FALSE : remplace les erreurs précédentes dans la pile

Transactions

- Objectif :
  - Cohérence d'une suite de maj sur des données



Transactions : contrôle

- Début
  - 1° **SQL** après le **BEGIN**
  - 1° **SQL** après une transaction
- Fin
  - Avec succès : **COMMIT [WORK];**
  - Échec : **ROLLBACK [WORK];**
  - Fin implicite
    - Avec succès : fin normale d'une session
    - Échec : fin anormale d'une session

Transactions : contrôle (2)

- Annulations partielles

```
SAVEPOINT nomPoint;      -- insertion point de validation
ROLLBACK TO nomPoint;    -- retour à l'état au nomPoint
```

- Remarques :
  - Sortie suite à une exception non traitée
    - Pas de **ROLLBACK** implicite
    - Opérations réalisées dans le sous-programme non annulées

Transactions/Exceptions : exemple

```
CREATE PROCEDURE ajoutFilm () IS
   nvFilm Film%ROWTYPE;
   nbFilm INTEGER;
   mesErreur EXCEPTION;
   filmErreur EXCEPTION;
BEGIN
   SELECT MAX(id)+1 INTO film.id FROM Film;
   nvFilm.titre := DBMS_OUTPUT.GET_LINE('Titre=',1);
   nvFilm.MES := trouver_idMES();

   IF nvFilm.MES IS NULL OR nvFilm.MES = 0 THEN RAISE mesErreur; END IF;
   nvFilm.annee := DBMS_OUTPUT.GET_LINE('Année=',1);
   nvFilm.cout := DBMS_OUTPUT.GET_LINE('Cout=',1);
   nvFilm.recette := DBMS_OUTPUT.GET_LINE('Recette=',1);
   INSERT INTO Film values
         (nvFilm.id, nvFilm.titre, nvFilm.MES, nvFilm.cout, nvFilm.recette);
   SELECT COUNT(*) INTO nbFilm
         FROM Film where titre = nvFilm.titre AND annee = nvFilm.annee;

   IF nbFilm > 1 THEN RAISE filmErreur; END IF;
   COMMIT;
EXCEPTION
   WHEN mesErreur THEN
         DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Metteur en scène inconnu');
   WHEN filmErreur THEN
         DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Film déjà existant');
         ROLLBACK;
   WHEN OTHERS THEN
         ROLLBACK;
END;
```


PL/SQL et MySQL

- Quelques différences :
  - Déclaration d'une variable : DECLARE var <type>;
  - Affectation de variable : SET variable = <expr>;
  - Curseurs :
    - DECLARE cur CURSOR FOR <SQL>;
    - FETCH cur INTO a, b, c; (plusieurs variables)
  - Pas de boucles FOR
  - Afficher des données : SELECT
    - SELECT concat('texte : ', var, '. Texte') ;
  - Exceptions
    - Déclarer un "maître" (Handler) pour l'erreur
    - Valable pour la procédure à partir de la déclaration
    - Différents types d'actions

Mysql et Erreurs

DECLARE <type d'action> HANDLER
FOR <condition d'erreur> [, <condition>] ...
<statement>

- Type d'action :
  - CONTINUE / EXIT / UNDO
- Condition d'erreur :
  - Erreur MySQL : SQLSTATE [VALUE] <sqlstate value>
    - http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/fr/error-handling.html
    - Ex : 23000 : valeur unique, 42000 : incorrect/inconnu/interdit
  - SQLWARNING / NOT FOUND / SQLEXCEPTION