



Fonctions Stockées et Triggers

Corentin Barloy, Anne-Cécile Caron, Anne
Étien, Julie Jacques, Mikaël Monet, Sylvain
Salvati

Procédures et fonctions stockées : Définition

- Une **procédure (resp. fonction) stockée** est une procédure (resp. fonction) manipulant des données qui est stockée dans la base de données.
- Correspond à du code métier au cœur de la base de données.
- Ces programmes peuvent être appelés par les programmes clients, et sont **exécutés par le serveur**.
- Norme SQL-99 : Les schémas des SGBD relationnels s'enrichissent de *Persistent Stored Modules (PSM)*.
- Bien que ces procédures et fonctions stockées soient dans la norme depuis plus de 20 ans, il reste de **nombreuses variantes de langages** selon les éditeurs.
 - l'application n'est plus indépendante du SGBD

Procédures et fonctions stockées : Avantages

- ① **Sécurité** : Tous les clients de la base de données, quels qu'ils soient (Client-Serveur, Web, etc...), bénéficient de la **même version du code** de la procédure stockée.
Exemple, considérons une fonction stockée qui permet de connaître le prix d'un article dans une gestion commerciale.
 - Si les règles changent, on modifie cette fonction stockée et tous les clients de l'application en bénéficient.
 - Si les paramètres d'appel et de sortie de la fonction stockée ne changent pas, les clients n'ont même pas besoin d'être modifiés.
- ② **Performances** : l'usage de programmes stockés permet de **diminuer les communications entre le serveur et le client**, tout en bénéficiant de la puissance d'un langage procédural
 - Quand on intègre du SQL dans l'application client : exécution séparée de chaque requête SQL par le serveur de bases de données.
 - L'application client envoie chaque requête au serveur de bases de données, attend que celui-ci la traite, reçoit les résultats, fait quelques traitements, et enfin envoie d'autres requêtes au serveur.
 - Tout ceci induit des communications interprocessus et peut aussi induire une surcharge du réseau si votre client est sur une machine différente du serveur de bases de données.

Procédures et fonctions stockées : Particularité

- Ce n'est pas un interfaçage avec un langage de programmation (JDBC, lib. Postgres Query)
- Elles peuvent être lancées dans une commande SQL
- Plusieurs langages reconnus pour Postgres :
 - SQL
 - PL/pgSQL
 - C (bibliothèques dynamiques)
 - PL/TCL, PL/Perl, PL/Python (extensions à installer)
- Postgres permettait initialement uniquement la définition de **fonctions** stockées. Les procédures ont été ajoutées dans la version 11 (compatibilité avec la norme). Pour simplifier, et faute de temps, nous ne présenterons ici que les fonctions.

Fonctions

- Trois nouvelles commandes : Create Function, Create or Replace Function et Drop Function

- Définir la signature de la fonction :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION name ( [ p ptype [, ...] ]  
) RETURNS rtype AS definition LANGUAGE 'langname'
```

- ptype correspond au type du paramètre p de la fonction
- rtype correspond au type de retour de la fonction
- definition correspond au corps de la fonction ; C'est une chaîne de caractères, que l'on délimite en général par des doubles dollars plutôt que des quotes.
- langname correspond au langage dans lequel le corps de la fonction est écrit. Par la suite on prendra comme langage plpgsql.

Le langage PL/pgSQL

- Analogue à Oracle PLSQL et à la norme SQL-99
- PL/pgSQL est un langage procédural, il permet donc
 - de déclarer des variables (DECLARE)
 - des structures de contrôle (IF, WHILE, FOR)
 - de quitter et retourner un résultat (RETURN)
- C'est un langage adapté à SQL, il permet :
 - d'exécuter des instructions SQL
 - d'itérer sur les résultats d'un SELECT grâce à une boucle FOR.
 - d'avoir une forme spéciale de SELECT qui autorise à stocker le résultat dans des variables (SELECT INTO)

Structure de bloc

- Le texte complet de la définition d'une fonction doit être un bloc.
- Un bloc est défini comme :

```
[ <<label>> ]  
[ DECLARE  
déclarations ]  
BEGIN  
instructions  
END;
```
- Chaque déclaration et chaque expression au sein du bloc est terminée par un point-virgule.

Types de variable

- Les **types simples** : integer, char, char(x), text, . . .
- Le **type enregistrement** : record
- **Clause %TYPE** pour obtenir le type d'une colonne :
`DECLARE nomJoueur joueur.nom%TYPE ;`
donne à la variable nomJoueur le type de la colonne nom de la table joueur
- **Clause %rowType** pour obtenir le type de la ligne d'une table, et éviter de passer par un type record explicite.
`DECLARE recordJoueur joueur%ROWTYPE ;`
Donne à la variable recordJoueur la structure des tuples de joueur.

Variables prédéfinies

- TRUE et FALSE variables booléennes
- FOUND : variable booléenne, résultat d'une commande select ; détermine si une assignation a réussi (c'est à dire qu'au moins une ligne a été renvoyée par la requête)
- TRIGGER : valable pour les déclencheurs comme type de retour d'une fonction.

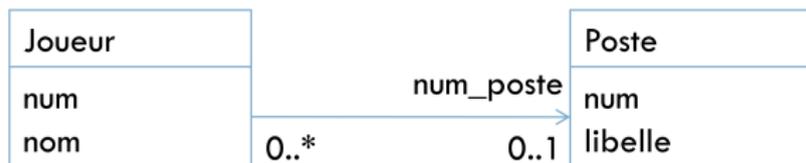
Instructions de base

- Affectation : `nomVariable := expression ;`
- Structures de contrôle :
 - `IF expr THEN ...{ELSIF expr THEN ... } [ELSE ...] END IF;`
 - `WHILE expr LOOP ... END LOOP;`
 - `FOR var IN [REVERSE] expr .. expr LOOP ... END LOOP;`
 - `FOR record IN exprSelect LOOP ... END LOOP;`
- Exécuter une expression ou requête sans récupérer le résultat
`PERFORM expr ;`
- Renvoyer les données d'une fonction
`RETURN expr ;`
- Rapporter des messages et lever des erreurs : `RAISE [level]`
`'format' [USING option = expression];`
`RAISE EXCEPTION 'Joueur inconnu' ;`
`RAISE NOTICE 'Joueur % inexistant', idJoueur USING`
`ERRCODE = '23505' ;`

Note : Langage interprété, pas d'erreur détectée à la compilation. A l'exécution, les messages d'erreurs ne sont pas très explicites.

Ex : oublier un THEN provoque une erreur non détaillée

Exemple : Association (0,1) - *



```
create table Poste(  
num numeric(2) primary key,  
libelle varchar(20) not null  
);
```

```
create table Joueur(  
num numeric(2) primary key,  
nom varchar(20) not null,  
num_poste numeric(2) references Poste  
);
```

Exemple : Association (0,1) - *

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION libPoste(numPoste poste.num%type)
RETURNS varchar
AS $$DECLARE ch varchar;
BEGIN
SELECT libelle INTO ch FROM poste p
WHERE numPoste = p.num ;
RETURN ch;
END;$$
LANGUAGE 'plpgsql';
```

- le code PL/pgSQL est encadré par \$\$
- la requête utilise le paramètre numPoste
- si la requête ne ramène aucun résultat, libPoste retourne NULL.
- Appel de la fonction dans une requête SELECT

```
select libPoste(1) ;
-- renvoie 'goal'
```

```
select nom, libPoste(num_poste) from joueur ;
```

Exemple : Association * - *



```
create table poste(  
num serial primary key,  
libelle varchar(20) not null  
); -- serial veut dire integer avec default nextval('poste_num_seq')
```

```
create table Joueur(  
num serial primary key,  
nom varchar(20) not null  
);
```

```
create table joueur_poste(  
numj integer references joueur,  
nump integer references poste,  
primary key(numj, nump)  
);
```

```
insert into poste(libelle) values ('goal');  
select setval('joueur_num_seq',10);  
insert into joueur(nom) values ('Durand'); -- Solène Durand, gardienne
```

Exemple : Association * - *

Poste		Joueur		Joueur_Poste	
num	libelle	num	nom	numj	nump
1	'goal'	11	'Durand'	11	1
2	'defenseur.e'	12	'Renard'	14	3
3	'milieu'	13	'Bilbault'	14	4
4	'attaquant.e'	14	'Baltimore'		

La fonction affecteA

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION affecteA(numJoueur joueur.num%type)
RETURNS varchar AS $$
DECLARE ch varchar ; unPoste record ;
BEGIN
    ch := '' ;
    for unPoste in select libelle from joueur_poste
        join poste on joueur_poste.nump=poste.num
        where numj=numjoueur loop
        ch := ch || unPoste.libelle || ', ' ;
    end loop ;
    if length(ch) > 0 then -- on enlève la dernière virgule
        return substring(ch for length(ch)-2) ;
    else return null ; end if ;
END ;$$
LANGUAGE 'plpgsql' ;

select nom, affecteA(num) from joueur ;
```

nom	affecteA
'Durand'	'goal'
'Renard'	NULL
'Bilbault'	NULL
'Baltimore'	'milieu, attaquant.e'

Exemple : Assurer les contraintes d'intégrité référentielle (CIR)

- On définit une fonction qui prend 2 chaînes de caractères en paramètres :

```
FUNCTION inserer(nomJoueur joueur.nom%type,  
                nomPoste poste.libelle%type)  
    RETURNS boolean
```

- Cette fonction insère dans la base un nouveau joueur s'il n'existe pas, un nouveau poste s'il n'existe pas, et le fait que ce joueur est à ce poste.
- Si toutes les informations sont déjà dans la base, provoque une erreur.

```
select inserer('Diacre', 'entraîneur.e') ;
```

inserer

TRUE

```
select inserer('Diacre', 'entraîneur.e') ;  
ERROR: déjà inséré
```

Pour assurer les CIR

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION inserer(nomJoueur joueur.nom%type,  
                                nomPoste poste.libelle%type)  
RETURNS boolean AS $$  
DECLARE  
numPoste integer ; numJoueur integer ; tester record ;  
BEGIN  
-- recherche du poste  
SELECT num INTO numPoste from poste where libelle=nomPoste ;  
IF NOT FOUND THEN -- creation poste  
    insert into poste(libelle) values (nomPoste) RETURNING num INTO numPoste;  
END IF ;  
-- recherche du joueur  
SELECT num INTO numJoueur FROM joueur WHERE nom=nomJoueur ;  
IF NOT FOUND THEN -- creation joueur  
    insert into joueur (nom) values (nomJoueur) RETURNING num INTO numJoueur ;  
END IF ;  
-- mise a jour Joueur_poste  
SELECT * INTO tester FROM Joueur_poste WHERE numj=numJoueur AND nump=numPoste ;  
IF FOUND THEN RAISE EXCEPTION 'déjà inséré' ; END IF ;  
insert into Joueur_poste values (numJoueur, numPoste);  
return true ;  
END ;$$  
LANGUAGE 'plpgsql' ;
```

Ne pas refaire le travail du serveur

- Dans la fonction précédente, on pose une requête sur `Joueur_poste` pour vérifier qu'on n'a pas déjà une ligne avec ce couple ;
- le serveur vérifie aussi que le couple est unique (clé primaire)
- Plutôt que de faire cette vérification en double on peut
 - ① laisser le serveur déclencher son erreur (donc enlever la requête `SELECT ... FROM Joueur_poste ...` et le `IF`)
 - ② ou récupérer l'erreur du serveur pour la remplacer par une exception "spécifique"

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION inserer(nomJoueur joueur.nom%type,
                                   nomPoste poste.libelle%type)
RETURNS boolean AS $$
DECLARE
    numPoste integer ; numJoueur integer ;
BEGIN
    ... début inchangé
    -- mise à jour Joueur_poste, ici je traite l'erreur déclenchée par le serveur
    begin
        insert into Joueur_poste values (numJoueur, numPoste);
        return true ;
    exception
        when unique_violation then RAISE EXCEPTION 'déjà inséré' ; end ;
END ;$$
LANGUAGE 'plpgsql' ;
```

Trigger

- **Définition** : Traitement qui est déclenché automatiquement par un événement
- En postgresQL, on définit une fonction trigger, puis on relie cette fonction à une table et un événement.

```
CREATE TRIGGER name BEFORE | AFTER  
event [OR ...]  
ON table FOR EACH ROW | STATEMENT  
EXECUTE FUNCTION func ( arguments )
```
- Les événements déclencheurs sont INSERT, DELETE, UPDATE (on met de côté le TRUNCATE, un peu particulier).
- Pour limiter le déclenchement suite à un UPDATE, on peut préciser que la modification doit porter sur des colonnes précises :

```
UPDATE OF col1, ..., coln.
```
- FOR EACH ROW signifie que la fonction est appelée pour chaque ligne insérée/supprimée/modifiée
- FOR EACH STATEMENT signifie que la fonction est appelée une fois par instruction SQL
- BEFORE | AFTER indique quand la fonction est exécutée par rapport à l'événement déclencheur.

Variables prédéfinies

Les variables suivantes peuvent être utilisées dans le corps de la fonction :

Nom	Type	Signification
new	record	valeur du nouvel enregistrement (insert, update)
old	record	valeur de l'enregistrement initial (update, delete)
tg_name	name	nom du trigger actif
tg_relname	name	nom de la table courante
tg_when	text	'BEFORE' ou 'AFTER' selon la définition du trigger
tg_level	text	'ROW' ou 'STATEMENT' selon la définition du trigger
tg_op	text	'INSERT' , 'UPDATE' ou 'DELETE'
tg_nargs	integer	nombre d'arguments
tg_argv	text[]	les arguments

Remarque : les variables new et old n'ont de sens que pour les triggers
For each row.

Valeur retournée par une fonction Trigger

- Une fonction trigger peut renvoyer NULL, ou un record (une ligne) qui a la même structure que la table à laquelle le trigger est rattaché.
- Pour un trigger FOR EACH ROW et BEFORE,
 - renvoyer NULL signifie qu'on annule les opérations pour cette ligne.
 - C'est pourquoi, en général, on retourne NEW pour un insert et un update, et OLD pour un delete.
- Pour les autres types de trigger (soit FOR EACH ROW et AFTER, soit FOR EACH STATEMENT), la valeur retournée n'a pas d'importance. Ces triggers peuvent annuler une instruction SQL en déclenchant une exception.

Exemple : Vérification de la longueur d'un mot de passe

```
CREATE TABLE password(  
  numref integer PRIMARY KEY,  
  pw text NOT NULL) ;  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION verifLongPassword()  
RETURNS TRIGGER AS $$  
BEGIN  
  IF length(new.pw) < 6 THEN  
    RAISE EXCEPTION 'mot de passe % trop court', new.pw ;  
  END IF ;  
  RETURN new ;  
END ;$$  
LANGUAGE 'plpgsql' ;  
  
CREATE TRIGGER tgVerifLongPassword  
BEFORE insert OR update OF pw  
ON password FOR EACH ROW  
EXECUTE FUNCTION verifLongPassword() ;
```

Exemple (suite)

```
insert into password values (1, 'azertyuiop');  
insert into password values (2, 'azer') ;  
ERROR: mot de passe azer trop court  
select * from password ;
```

numref	password
1	azertyuiop

Trigger : Synthèse

- Fonctions dont l'exécution **sur le serveur** est déclenchée par les instructions du DML.
- Il existe d'autres types de triggers :
 - triggers **instead of** sur les vues, dont le code vient se substituer à l'instruction SQL.
 - triggers **event** qui se déclenchent sur des événements du DDL
- Les triggers sont pratiques pour
 - **vérifier des contraintes complexes** qu'on ne peut pas déclarer au niveau du schéma.
 - gérer de la **redondance** en cas de dénormalisation du schéma (cf cours de la semaine prochaine)
- Mais ils ont aussi des inconvénients :
 - **complexité cachée** (l'utilisateur pense faire une simple instruction SQL)
 - **interdépendance entre triggers** qui peut être difficile à gérer, cascade de triggers.