TP3 : DOCUMENT B (APRES SEANCE DE TP)

Certaines parties (au début seulement) ressemblent à la partie A (juste pour révision), le reste est différent.....alors je vous demande de voir tous le document SVP.

Programmation dans les bases de données (Langage PL/SQL):

Le langage SQL (**Structured Query Language**) est le langage de requêtes basique pour bon nombre de SGBDR (système gestion de bases de données relationnels) tel que :

- **MySQL** (un SGBDR open-source libre de doit)

- **PostgreSQL** (un SGBDR open-source libre de doit)

- **SQL Server** (produit Microsoft sous licence et très utilisé comme SGBDR)

- **ORACLE SQL** (produit sous licence et très utilisé dans les grandes entreprises)

- Ect.

Cependant, le langage SQL est un langage déclaratif non procédural permettant d'exprimer uniquement des requêtes dans un langage relativement simple. Il n'intègre aucune structure de contrôle, de traitements itératifs (permettant par exemple d'exécuter une boucle Tant que) ou de déclaration de variables.
Le PL/SQL (Procedural Language / Structured Query Language) c'est le langage de programmation, avec des variables, des boucles, des tests, etc. et du SQL. Ce langage (PL/SQL) permet de définir un ensemble de commandes contenues dans ce que l'on appelle un "bloc" PL/SQL, ce qui offre de nombreuses possibilités pour un SGBDR.

Comme c'est le cas pour le langage SQL, il existe certaines nuances (certaines différences) du langage PL/SQL d'un SGBDR à un autre (malgré que globalement ce langage reste commun aux SGBDR MySQL, PostgreSQL, SQL Server et ORACLE SQL).

Mais avant de d'aborder un quelconque autre point dans le présent document il est nécessaire d'aborder ici quelques éléments du langage PL-SQL utile pour l'écriture des blocs d'instructions **dans MySQL**.

Syntaxe PL-SQL

Règles du langage :

- Pas de différence entre majuscule et minuscule (IF ou If ou if c'est la même chose) même s'il est préférable et conseillé d'écrire les commandes en majuscule.
- La fin d'une instruction se termine toujours par un « ; »

Déclaration de variables :

DECLARE <Nom_Variable> Type_Variable ;

Exemple 1:

```
DECLARE   my_int  INT;
```

Exemple 2:

```
DECLARE   my_num   NUMERIC(8,2);
```

Exemple 3:

```
DECLARE my_text TEXT;
```

Exemple 4:

```
DECLARE my_date DATE ;
```

Exemple 5:

```
DECLARE my_varchar VARCHAR(30) ;
```

Les types de variable sont ceux utilisés dans le SGBDR (TINYINT, SMALLINT, INT ou INTEGER, BIGINT, TEXT, DATE, VARCHAR(255), etc.).

On peut déclarer plusieurs variables à la fois sans répéter à chaque fois le mot DECLARE :

```
DECLARE <Nom_Variable1>  Type_Variable1 ;
        <Nom_Variable2>  Type_Variable2 ;
                  .   .   .
        <Nom_VariableN>  Type_VariableN ;
```

On peut faire des affectations au moment de la déclaration d'une variable (initialisation de variable) :

DECLARE <Nom_Variable> Type_Variable DEFAULT value;

Exemple 1:

```
DECLARE my_pi  FLOAT DEFAULT 3.1415926;
```

Exemple 2:

```
DECLARE my_date DATE DEFAULT '2008-02-01';
```

Exemple 3:

DECLARE my_varchar VARCHAR(30) DEFAULT 'bonjour';

Bloc exécutable :

C'est un bloc d'instructions qui est entre :

BEGIN

....

--Actions (instructions) séparés par des « ; »

.....

END;

Commentaires :

-- pour un commentaire sur une seule ligne.

/* pour un commentaire sur
Plusieurs lignes */

Affectation dans le programme (cette syntaxe diffère d'un SGBDR à un autre):

SET<Nom_Variable> := valeur ;

Exemples:

SET my_int :=20;

SET my_bigint := POWER(my_int,3);

SET my_date := CURRENT_DATE;

Structures conditionnelles :

1/- Condition **si/alors/FinSi**

IF (condition)
THEN actions ;
END IF ;

2/- Condition **si/alors/sinon/FinSi**

IF (condition)
THEN actions ;
ELSE actions ;
END IF ;

3/- Condition **Cas / vaut/FinCas**

CASE variable
WHEN valeur1 THEN action1 ;
WHEN valeur2 THEN action2 ;
. . .
WHEN valeurN THEN actionN ;
END CASE ;

Testes dans les conditions :

>, <, <=, >=, BETWEEN, NOT BETWEEN, IN, NOT IN, = (égalité et non pas une affectation, l'affectation c'est :=), <>, !=, LIKE, IS NULL, IS NOT NULL.

Opérateurs mathématiques :

+, -, *, /, DIV, %

Opérateurs logiques :

AND, OR, XOR

Fonctions de chaîne de caractères :

SUBSTRING, LENGTH, CONCAT, LOWER, UPPER, etc.
Fonctions numériques :
ABS, POWER, SQRT, CEILING, GREATEST, MOD, RAND, etc.
Fonctions de dates et d'heures :
CURRENT_DATE, CURRENT_TIME, TO_DAYS, FROM_DAYS, DATE_SUB, etc.
Structures itératives :
Tant que :
WHILE (condition) DO actions; END WHILE;
Répétez jusqu'a :
REPEAT actions ; UNTIL (condition) END REPEAT;
Pour :
FOR <Variable_Name> IN Valeur_Départ . . Valeur_Arrivée LOOP actions; END LOOP;
Exemple :
FOR X IN 0. . 15 LOOP actions; END LOOP;

Le PL/SQL est un programme structuré en blocs, chaque bloc peut être exécuté :

- Directement comme une commande SQL dans le SGBDR (dans la fenêtre d'exécution des commandes du SGBDR)
- Automatiquement sur un événement déclencheur précis (exécution par usage de Trigger).
- Dans une procédure stockée (PSM : Persistent Stored Module) appelé à partir d'un programme extérieur.

Donc 3 manières d'exécuter un programme PL/SQL.

Trigger (ou déclencheur) :

Définition 1 : Un Trigger (ou déclencheur en français) est un scripte stocké dans le SGBDR permettant d'exécuter une action **avant** (BEFORE) ou **après** (AFTER) avoir reçu un évènement (une commande). Trois événements déclencheurs peuvent exister : la commande INSERT, la commande UPDATE et la commande DELETE. Par exemple, il est possible d'indiquer à MySQL d'exécuter certaines actions (taches) avant de réaliser un INSERT ou un UPDATE sur une table. Tout Trigger est lié à une seule table et ne peut pas être déclenché sur les événements INSERT/UPDATE/DELETE quand ces derniers se produisent sur d'autres tables.

Définition 2 : Un Trigger (ou déclencheur en français) est un programme stocké dans le SGBDR qui s'exécute automatiquement lorsqu'un événement spécifique se produit sur une table précise. Ces **événements** peuvent être une instruction d'insertion sur une table (INSERT), une instruction de modification sur une table (UPDATE) ou une instruction de suppression (DELETE) exécutée sur une table. Le Trigger peut être programmé pour s'exécuter (se déclencher) juste **Avant** (BEFORE) l'événement déclencheur ou juste **Après** (AFTER) l'événement déclencheur. Tout Trigger est attaché à une seule table précise et ne peut pas être déclenché sur les événements INSERT/UPDATE/DELETE quand ces derniers se produisent sur d'autres tables.

Il faut aussi savoir qu'un Trigger exécute un traitement pour chaque ligne (chaque tuple, chaque instances) insérée (par la commande INSERT), supprimée (par la commande DELETE) ou modifiée (par la commande UPDATE). Ainsi si l'on traite dix lignes à la fois dans une même commande, le traitement sera effectué dix fois (le trigger se déclenchera 10 fois). De plus, le traitement ne peut être exécuté que sur la table avec laquelle le Trigger est lié.

Gestion des triggers

Création des triggers :

L'exécution de la commande CREATE TRIGGER permet de créer un trigger :

```
CREATE TRIGGER trigger_name
trigger_time [BEFORE/AFTER] trigger_event[INSERT/ UPDATE/ DELETE]
ON table_name
FOR EACH ROW
Commande  or   BEGIN
                  Commandes
                  END ;
```

Suppression des triggers :

La commande DROP TRIGGER permet de supprimer un trigger : DROP TRIGGER Nom_trigger;

Par contre, il n'est pas possible de modifier un trigger (il **n'existe pas de commande** ALTER TRIGGER Nom_trigger **dans MySQL**, vous pouvez la trouvez dans d'autre SQBDR tel que SQL Server mais pas dans MySQL). Il faut donc supprimer le Trigger puis le recréer de nouveau pour mettre un contenu différent. Notez également que suppression d'une table engendre automatiquement la suppression de tous les triggers qui y sont attachés.

Chronologie et Type de déclanchement d'un trigger :

BEFORE/ AFTER INSERT/UPDATE/DELETE ON NomTable

BEFORE : Un trigger BEFORE est un trigger qui se déclenche (s'exécute) avant une action « INSERT ou UPDATE ou DELETE ».
AFTER : Un trigger AFTER est un trigger qui se déclenche (s'exécute) après une action « INSERT ou UPDATE ou DELETE ».

Les deux chronologies (BEFORE / AFTER) croisés à trois type de déclanchement (INSERT / UPDATE / DELETE) permet d'obtenir 6 types de triggers :

- TRIGGER BEFORE INSERT

- TRIGGER AFTER INSERT
- TRIGGER BEFORE UPDATE
- TRIGGER AFTER UPDATE
- TRIGGER BEFORE DELETE
- TRIGGER AFTER DELETE

L'usage de Trigger permet d'exécuter des traitements d'une manière automatique.
Notez que **pour une table donnée**, il n'est possible d'avoir qu'un seul Trigger BEFORE INSERT, un seul Trigger AFTER INSERT, un seul Trigger BEFORE UPDATE, etc. Par contre un même trigger peut englober plusieurs actions à faire.
En d'autres termes, on ne peut pas avoir plusieurs déclencheurs pour le même événement sur la même table. Si on veut faire plusieurs traitements différents à un même moment, il faut les regrouper dans le même déclencheur tel que montré dans cette exemple ou nous voulons avoir deux Triggers BEFORE UPDATE sur la même table « table1 » :

- CREATE TRIGGER nom_trigger_1 BEFORE UPDATE ON table1 FOR EACH ROW SET action1;
- CREATE TRIGGER nom_trigger_2 BEFORE UPDATE ON table1 FOR EACH ROW SET action2;
  On ne peut pas définir deux Triggers BEFORE UPDATE ON sur table1.
  Solution :
- CREATE TRIGGER nom_trigger_12 BEFORE UPDATE ON table1 FOR EACH ROW BEGIN action1; action2; END ;

Rappelons la syntaxe des trois commandes INSERT / UPDATE / DELETE :

- La commande d'insertion d'un tuple dans une table :
  La commande INSERT permet de faire des insertions de lignes (tuples ou instances) dans une table.
  INSERT INTO <NomTable> (attribut1, attribut2, …., AttributN) VALUES
  ('Valeur1', 'Valeur2', ….. , 'ValeurN');
  Pensez à mettre chaque valeur entre des guillemets simples ou des guillemets doubles (pas besoin d'utiliser des guillemets pour les nombres entiers et décimaux, flottant ou double, par contre vous avez pour obligation de les mettre pour les autres types). Pour les valeurs auto-incrémentales, mettre la valeur à « NULL » (sans guillemets). Les date doivent être écrite sous la forme 'Année-mois-jours' comme par exemple '2020-05-17'. Pour les nombres décimaux, la séparation entre la partie réel et la partie décimale se fait par « . » et non pas par « ; » (exemple : '1.2' et non pas '1,2'). Il est toujours possible de faire des insertions multiples dans un même INSERT :
  INSERT INTO NomTable (attribut1, attribut2, …., AttributN)
  VALUES
  ('Valeur11', 'Valeur12', ….. , 'Valeur1N'),

('Valeur21', 'Valeur22', ... , 'Valeur2N'),
……
('ValeurM1', 'ValeurM2', ... , 'ValeurMN') ;

- La commande de modification d'un tuple dans une table :
  La commande UPDATE permet d'effectuer des modifications sur des lignes existantes d'une table. Très souvent cette commande est utilisée avec WHERE pour spécifier sur quelles lignes doivent porter la ou les modifications.
  La syntaxe d'une requête UPDATE est la suivante :
  UPDATE NomTable
  SET nom_colonne1 = 'nouvelle valeur1' --le mot SET veut dire définir
  WHERE condition ;
  Cette syntaxe permet d'attribuer une nouvelle valeur 1 à la colonne nom_colonne_1 pour les lignes qui **respectent la condition stipulé** avec WHERE.
  Il est aussi possible d'attribuer la même valeur à la colonne nom_colonne_1 pour toutes les lignes de la table si la condition WHERE n'était pas utilisée.
  Exemple d'un UPDATE :
  UPDATE Etudiant
  SET Note = '12.5'
  WHERE idEtudiant = 2120548 ;
  A noter, pour spécifier en une seule fois plusieurs modification, il faut séparer les attributions de valeurs par des virgules. Ainsi la syntaxe deviendrait la suivante :
  UPDATE table
  SET colonne_1 = 'valeur 1',
  colonne_2 = 'valeur 2',
  ....
  colonne_N = 'valeur N'
  WHERE condition ;
  Exemple :
  UPDATE Etudiant
  SET Note = '16.5',
  Mention = 'Bien',
  Remarque = 'Bon étudiant'
  WHERE idEtudiant = 2120548 ;

- La commande de suppression d'un tuple dans une table :
  La commande DELETE permet de supprimer des lignes dans une table qui respecte la condition stipulée par un WHERE (En utilisant le WHERE il est possible de sélectionner les lignes concernées qui seront supprimées par la commande DELETE). La syntaxe pour supprimer des lignes est la suivante :
  DELETE FROM NomTable
  WHERE condition ;
  Exemple :

DELETE FROM Etudiant
WHERE idEtudiant = 2120548 ;
Notez que s'il n'y a pas de condition WHERE alors toutes les lignes seront supprimées et la table sera alors vide.

Nombre de déclanchement :

L'instruction FOR EACH ROW permet au trigger de traiter toutes les lignes concernées par l'actions INSERT / UPDATE / DELETE (un insert qui met en jeu l'insertion de 5 tuples à la fois, implique par l'effet de l'instruction FOR EACH ROW, l'exécution du trigger pour chaque ligne concernée par le INSERT, et donc 5 exécution du trigger).

Récupération de valeurs (NEW/OLD) :

- INSERT : NEW.attribut (dans une insertion il n ya pas d'anciennes valeurs)
- UPDATE : NEW.attribut/ OLD.attribut
- DELETE : OLD.attribut (dans une suppression il n ya pas de nouvelles valeurs)

Exemple d'utilisation des triggers dans les opérations « INSERT / UPDATE /DELETE » :

Dans toutes conceptions certaines contraintes peuvent être soulevées (permettre par exemple une insertion sur une table **que si une condition spécifique est respectée** et **empêcher cette insertion si cette condition** n'est pas respectée dans la commande d'insertion). Ces contraintes peuvent se traduire par des Trigger (programmé des contraintes à l'aide de Trigger à pour bute de bloquer ou autoriser l'exécution d'une commande en fonction du respect ou du non respect d'une condition).

Exemple 1 d'utilisation de Trigger lors d'insertions/modifications de valeurs :

Soit les relations suivantes :

Enseignant (**NumEns**, NomEns, TélEns)
Stage (**NumStage**, LibelléStg, DuréeStg)
Formateur (**NumEnsF, NumStageF**)
Stagiaire (**NumEnsStg, NumStageStg**)

Chaque enseignant a le droit d'être un formateur dans un stage. La relation Formateur permet d'enregistrer tous les enseignants qui sont formateurs dans ces stages.
Chaque enseignant peut être également stagiaire dans un stage (chaque enseignant peut s'inscrire dans un stage pour améliorer ces connaissances). La relation stagiaire récence les enseignants inscrit pour un stage (les enseignants qui sont stagiaires).

Nous avons la contrainte suivante : un enseignant qui est stagiaire dans un stage ne peut pas être formateur dans ce même stage (un enseignant ne peut pas être stagiaire et formateur à la fois dans le même stage).

Cette contrainte se traduit en langage SQL par l'interdiction de la présence d'un même couple (Numéro enseignant /numéro stage) à la fois dans la table « Formateur » et dans la table « Stagiaire ».
On va donc programmer le SGBDR pour que lors de l'insertion d'un nouveau formateur dans la table « Formateur » pour un stage, il faut contrôler que ce formateur n'est pas stagiaire dans cette formation. Cette vérification doit se faire **avant l'insertion dans la table « Formateur »** (autrement, si le contrôle se produit après l'insertion sa ne servira à rien et sa sera trop tard).

Ainsi nous avons un premier Trigger associé a cette contrainte :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_insertion_Formateur ; -- voir explication 1
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //. Voir explication 2
CREATE TRIGGER Avant_insertion_Formateur -- voir explication 3
BEFORE INSERT -- avant toute insertion dans la table Formateur. Voir explication 4
ON Formateur
FOR EACH ROW -- voir explication 5
BEGIN
  DECLARE nb INTEGER;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Stagiaire
  WHERE  NumEnsStg = NEW.NumEnsF
  AND NumStageStg= NEW.NumStageF ; -- voir explication 6
  IF (nb=1) THEN /* le couple existe déjà dans la table Stagiaire, on bloque l'insertion et
on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération d'insertion impossible" ;
  /* dans le cas contraire l'insertion va se produire après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Explications :

- Explication 1 : le trigger est d'abord supprimé s'il existe déjà (on ne peut pas mettre à jour la structure d'un trigger. Il faut le supprimer puis le redéfinir de nouveau. Certain SGBDR permettent de modifier la structure d'un Trigger comme c'est le cas du SGBDR SQL-Server qui par la commande ALTER TRIGGER peut modifier la structure initiale du Trigger, cependant **MySQL ne permet pas** de faire ce genre de manipulation. Notez bien qu'on ne peut pas avoir plus d'un trigger Avant_insertion sur la même table, mais on peut avoir un Trigger qui fait plusieurs actions à la fois.
- Explication 2 : Avant la création du trigger, il faut changer de délimiteur pour le Trigger par l'instruction : DELIMITER //. Ceci vient du fait que le code du trigger utilise des « ; » comme délimiteur de bloc d'instructions alors même que le « ; »

annonce la fin (délimiteur) d'instruction standard du SQL. Il est donc important de changer de délimiteur du bloc d'instructions du Trigger pour que la rencontre du premier « ; » à l'intérieur du trigger ne se soit pas interpréter comme la fin du trigger mais plutôt comme la fin d'une d'instruction SQL.

- Explication 3 : Avant toute insertion dans la table Formateur il faut contrôler que le couple (Numéro enseignant /numéro stage) n'existe pas déjà dans la table stagiaire. Ainsi, dès que le SQBDR reçoit un ordre INSERT sur la table « Formateur », il va exécuter le trigger avant même de faire l'opération INSERT. Il est possible que la commande d'INSERTION soit bloquée par le SGBDR si le trigger génère une erreur due à la non vérification de la condition. Si le trigger ne génère aucune erreur, l'opération d'insertion dans la table Formateur se déroulera à la fin du Trigger. Il faut toujours penser à donner un nom significatif au Trigger qui permet de comprendre le moment de déclenchement du Trigger, l'événement de déclenchement du trigger et la table à la quelle il est liée (dans notre cas, la lecture nom du trigger Avant_insertion_Formateur nous permet de comprendre directement que c'est un Trigger liée à la table Formateur et que ce Trigger se déclenche automatiquement avant une opération d'insertion dans la table Formateur).
- Explication 4 : On doit spécifier le moment ou le trigger s'exécute (ici c'est avant une opération d'insertion sur la table Formateur).
- Explication 5 : c'est pour dire que le trigger va s'exécuter sur toutes les lignes insérées par la commande INSERT (il est possible que plusieurs insertions de lignes se fasse dans la même commande INSERT).
- Explication 6 : cette requête retourne soit 1 s'il existe un stagiaire qui à le même couple (Numéro enseignant /numéro stage) que le formateur qu'on veut insérer, et il faut à ce moment la bloqué la commande d'insertion. Soit retourne 0 et dans ce cas la l'insertion est permise et se produira juste après la fin du trigger.
- Explication 7 : NEW représente le nouveau tuple qu'on essaie d'insérer dans la table «Formateur ». NEW est un mot-clé qui permet d'accéder aux nouvelles valeurs du tuple qu'on est en train d'ajouter ou de modifier. NEW s'utilise uniquement dans les trigger INSERT et UPDATE. En cas de DELETE, il n'y a pas de nouvelles valeurs, il n'ya que d'anciennes valeurs référencés par le mot clé OLD. OLD est un mot-clé qui permet d'accéder aux anciennes valeurs du tuple qu'on est en train de modifier ou de supprimer. OLD s'utilise dans les trigger UPDATE et DELETE uniquement. En cas d'INSERT, il n'y a pas d'anciennes valeurs.

Test :

INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('1', '1') ;

Tentative d'insertion dans « Formateur » :

INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('2', '2') ;

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('1', '2') ;

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('1', '1') ;

Une erreur se produit car le couple (1,1) est déjà présent dans Stagiaire : l'insertion dans la table Formateur est bloqué par un message d'erreur.

Dans le cas de modification d'un formateur, cette vérification doit être également faite :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Modification_Formateur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Modification_Formateur
BEFORE UPDATE -- avant toute modification de tuples sur la table Formateur.
ON Formateur
FOR EACH ROW
BEGIN
  DECLARE nb INTEGER;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Stagiaire
  WHERE  NumEnsStg = NEW.NumEnsF
  AND NumStageStg= NEW.NumStageF;
  IF (nb=1) THEN /* le couple existe déjà dans la table Stagiaire, on bloque la
modification et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération de modification
impossible" ;
  /* dans le cas contraire la modification va se produire après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Test :

```
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('3', '6') ;
```

Tentative d'insertion dans « Formateur » :

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('3', '4') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
UPDATE Formateur
SET  NumStageF = '5'
WHERE NumEnsF = '3' AND NumStageF = '4';
```

Cette modification se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

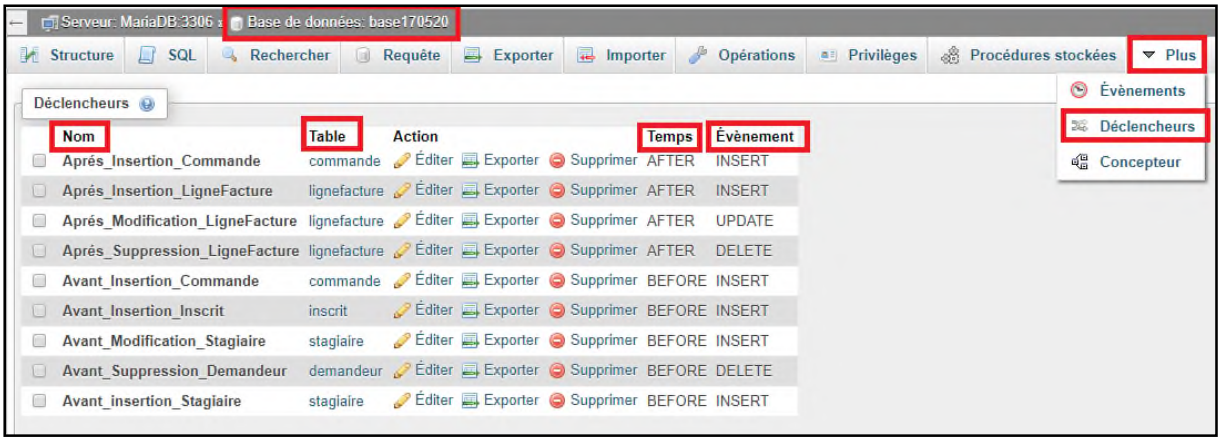
```
UPDATE Formateur
SET  NumStageF = '6'
WHERE NumEnsF = '3' AND NumStageF = '5';
```

Une erreur se produit car le couple (3,6) est déjà présent dans Stagiaire : la modification dans la table Formateur est bloqué par un message d'erreur.

Du coté de la table « Stagiaire », on va également programmer le SGBDR pour que lors de l'insertion d'un nouveau stagiaire pour un stage (ou modification de stagiaire), il faut

contrôler que ce stagiaire n'est pas formateur dans ce stage. Cette vérification doit se faire avant l'insertion d'un nouveau stagiaire dans la table « Stagiaire» et également avant la modification d'un tuple dans la table « Stagiaire». PhpMyAdmin propose une interface graphique pour la création d'un Trigger (pour les opérations d'insertion et de modification dans la table Stagiaire, nous allons créer des Triggers à l'aide de cette interface). Pour y accédé, allez à la vue globale de la base de donnée, volet « Plus », option « Déclencheur » :

En cliquant dessus (option « Déclencheur »), vous avez la liste des Triggers (déclencheurs) établis. Pour chaque Trigger (déclencheur) nous avons le nom du déclencheur, la table à laquelle il est lié, quand le Trigger s'exécute et l'événement déclencheur du Trigger :



Trigger Avant_Insertion_Stagiaire dans la table « Stagiaire » : ce Trigger à pour objectif de contrôler si un couples (NumEns, NumStage) n'existe pas déjà dans la table « Formateur » avant de faire l'opération d'insertion de ce couple dans la table « Stagiaire ». Nous allons exploiter cette fois si l'interface proposé par PHPMyAdmin pour MySQL. Cette interface propose des options spécifiques qui facilitent la création du trigger.

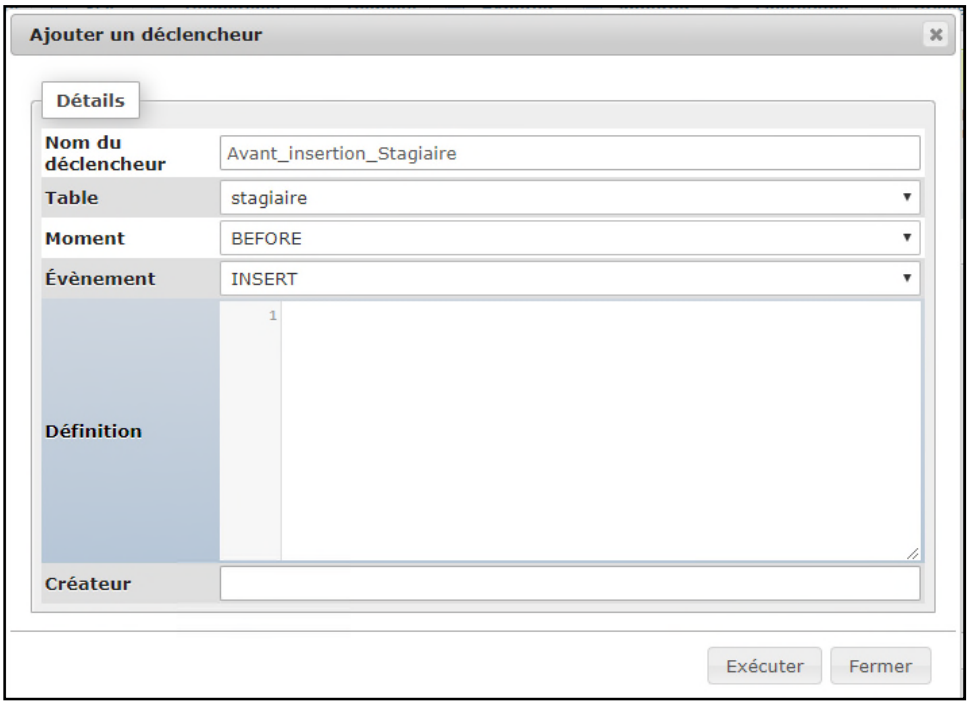
Le code du Trigger Avant_Insertion_Stagiaire sans usage d'interface est le suivant :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_insertion_Stagiaire ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_insertion_Stagiaire
BEFORE INSERT -- avant toute insertion dans la table Stagiaire.
```

```
ON Stagiaire
FOR EACH ROW
BEGIN
  DECLARE nb INTEGER;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /* le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Formateur
  WHERE  NumEnsF = NEW.NumEnsStg
  AND NumStageF = NEW.NumStageStg ;
  IF (nb=1) THEN /* le couple existe déjà dans la table Formateur, on bloque l'insertion
dans la table Stagiaire et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération d'insertion impossible" ;
  /* dans le cas contraire l'insertion va se produire après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

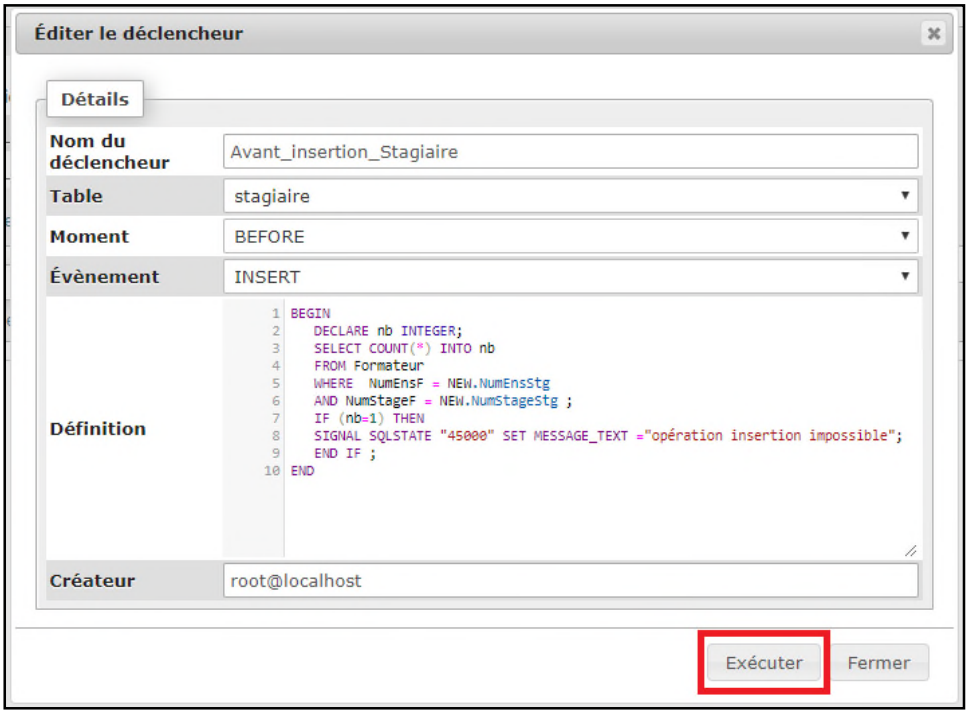
L'usage de l'interface de PHPMyAdmin permet de réduire ce code et d'écrire seulement le corps du Trigger (les autres informations peuvent être définies à travers l'interface).
Dans PHPMyAdmin, vue globale de la base de données, le volet « plus », option « déclencheur », nous allons suivre les étapes suivantes sur l'interface :

- Assurer vous que le trigger n'existe pas déjà, dans le cas ou le trigger existe l'interface PHPMyAdmin vous permet de le modifier (contrairement à la manipulation en code SQL ou il faut toujours supprimer le Trigger puis le recréer de nouveau pour personnaliser le Trigger ou modifier son contenu).
- Cliquez sur « Ajouter un déclencheur ». Une interface apparait.



Remplissez les différents champs : le Nom du déclencheur (dans notre cas le nom du déclencheur est Avant_insertion_Stagiaire), Table (la table à laquelle ce déclencheur est lié : Stagiaire), Moment (choisissez BEFORE dans notre cas), Evénement (Mettez l'événement d'insertion INSERT). Dans le champ « définition » mettrez le corps du Trigger (ses instructions) qui commence par « BEGIN » et se termine par « END » (remarque : dans le cas de la création du trigger à travers l'interface, il ne faut pas définir de délimiteur pour le bloc d'instructions). Dans notre cas le champ définition sera remplir avec :

```
BEGIN
  DECLARE nb INTEGER;
  SELECT COUNT(*) INTO nb
  FROM Formateur
  WHERE  NumEnsF = NEW.NumEnsStg
  AND NumStageF = NEW.NumStageStg ;
   IF (nb=1) THEN /* le couple existe déjà dans la table Formateur, on
   bloque l'insertion dans la table Stagiaire et on provoque une erreur*/
   SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération d'insertion
   impossible" ;
  /* dans le cas contraire l'insertion va se produire après la fin du trigger*/
   END IF ;
END
```



Puis cliquez sur « exécuter » pour créer le trigger.

Test :
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('72', '3') ;
Tentative d'insertion dans « Stagiaire » :
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('72', '4') ;
Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('73', '2') ;
Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('72', '3') ;
Une erreur se produit car le couple (72,3) est déjà présent dans Formateur : l'insertion dans la table Stagiaire est bloqué par un message d'erreur.

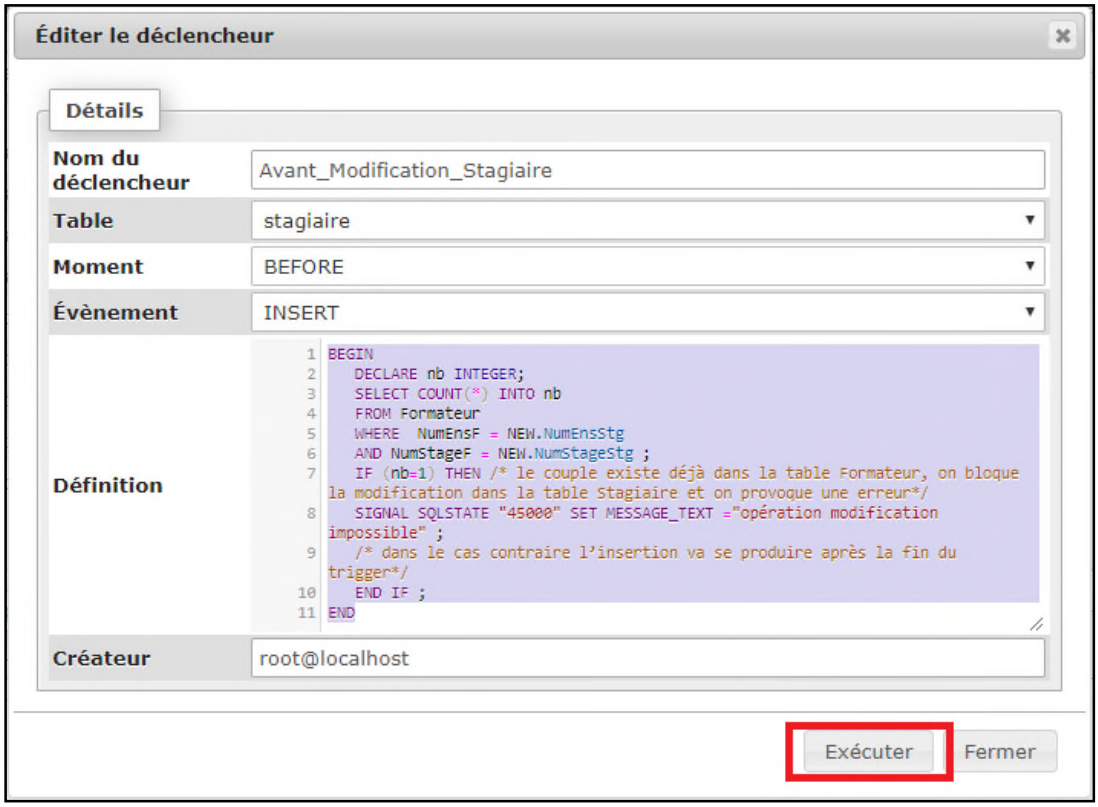
Trigger Avant_Modification_Stagiaire dans la table « Stagiaire » : ce Trigger à pour objectif de contrôler si un couples (NumEns, NumStage) n'existe pas déjà dans la table « Formateur » avant de faire l'opération de modification de ce couple dans la table « Stagiaire ». Nous allons également exploiter l'interface proposé par PHPMyAdmin pour MySQL. Cette interface propose des options spécifiques qui facilitent la création du trigger.

Le code du Trigger Avant_Modification_Stagiaire sans usage d'interface est le suivant :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Modification_Stagiaire ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Modification_Stagiaire
BEFORE UPDATE -- avant toute modification dans la table Stagiaire.
ON Stagiaire
FOR EACH ROW
BEGIN
  DECLARE nb INTEGER;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /* le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Formateur
  WHERE  NumEnsF = NEW.NumEnsStg
  AND NumStageF = NEW.NumStageStg ;
  IF (nb=1) THEN /* le couple existe déjà dans la table Formateur, on bloque la
modification dans la table Stagiaire et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération modification
impossible" ;
  /* dans le cas contraire la modification va se produire après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Si on veut créer le Trigger par la console de PHPMyAdmin, vous devez remplir les champs du nom du Trigger, sa chronologie (BEFORE/AFTER), type de déclanchement

d'un trigger (INSERT / UPDATE / DELETE) ainsi que la table à laquelle le trigger est lié.
Il ne reste qu'à écrire le corps du trigger entre un BEGIN et un END.



Test :
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('62', '4') ;
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('62', '5') ;

Tentative d'insertion dans « Stagiaire » :
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('62', '6') ;
Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

UPDATE Stagiaire
SET NumStageStg = '3'
WHERE NumEnsStg = '62' AND NumStageStg = '6';
Cette modification se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

UPDATE Stagiaire
SET NumStageStg = '4'
WHERE NumEnsStg = '62' AND NumStageStg = '3';
Cette modification ne se passe pas bien puisque la contrainte n'est pas vérifiée.
Une erreur se produit car le couple (62,4) est déjà présent dans Formateur: la modification dans la table Stagiaire est bloqué par un message d'erreur.

Exemple2 d'utilisation de Trigger dans les insertions/modifications/suppressions de valeurs :

Soit les relations suivantes :

Personne (**NumPers**, NomPers, TélPers)
Stage (**NumStage**, LibelléStg, DuréeStg)
Demandeur (**NumPersD, NumStageD**)
Inscrit (**NumPersI, NumStageI**)

Toute personne peut être demandeur de stage. Cependant, toutes les demandes de stage ne peuvent pas être satisfaites. Il ya juste une partie de demandeur de stage qui seront inscrit dans des stages (seulement une partie des demandes de stage sont satisfaites). A partir des relations ci-dessus, nous avons la contrainte suivante :

Une personne ne peut pas être inscrite dans un stage que si elle en fait une demande au préalable. La relation «Inscrit » regroupe tous les demandeurs de stage qui sont acceptés. De ce fait, la relation «Inscrit » est un sous ensemble de la relation « Demandeur ». Cette contrainte implique l'interdiction de la présence d'un couple (Numéro Personne, Numéro Stage) dans la table «Inscrit », s'il n'est pas présent de la table « Demandeur ».

La traduction de cette contrainte en langage SQL implique l'interdiction de l'insertion (INSERT) d'une personne dans un stage si cette personne n'est pas demandeur de se stage (ceci est valable également dans le cas de la modification UPDATE dans la table «Inscrit » : on ne peut pas modifier un inscrit si cette modification abouti à un inscrit qui n'est pas demandeur de stage). Ainsi lors de l'insertion d'un couple (Numéro Personne, Numéro Stage) dans la table «Inscrit », il faut s'assurer que ce couple existe dans la table « Demandeur » (ceci est également valable dans le cas de la modification UPDATE dans la table «Inscrit » : il faut s'assurer que la modification d'un inscrit abouti à un nouveau inscrit qui est déjà demandeur de stage). J'attire également votre attention sur le fait que lors de la suppression (DELETE) d'un demandeur de formation, il faut s'assurer que ce demandeur de formation n'est pas inscrit à la formation dans laquelle il sera supprimer (sinon l'inclusion de la relation «Inscrit » dans la relation « Demandeur » n'est plus respectée). Ceci est valable également pour le cas de modification (UPDATE) sur la table « Demandeur », ou il est n'est pas possible de modifier un demandeur qui est inscrit dans la table «Inscrit ».

Les événements reliés à cette contrainte, nous mène à quatre triggers :

1/- Trigger avant insertion ou modification sur la table «Inscrit » qui contrôle si le couple (Numéro Personne, Numéro Stage) est présent dans la table «Demandeur».
2/- Trigger avant suppression ou modification sur la table «Demandeur » qui contrôle si le couple (Numéro Personne, Numéro Stage) n'existe pas dans la table «Inscrit».

Code trigger « Avant_Insertion_Inscrit » :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Insertion_Inscrit ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Insertion_Inscrit
BEFORE  INSERT -- avant toute insertion dans la table Inscrit.
ON Inscrit
FOR EACH ROW
BEGIN
  DECLARE nb INT ;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Demandeur
  WHERE  NumPersD = NEW.NumPersI
  AND NumStageD= NEW.NumStageI;
  IF (nb=0) THEN /* Si le couple n'existe pas déjà dans la table Demandeur, on bloque
l'opération d'insertion et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération d'insertion impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou nb=1, le couple est déjà présent dans la table Demandeur et
l'opération d'insertion dans la table Inscrit se produira après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Test :

```
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('101', '1') ;
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('125', '2') ;
```

Tentative d'insertion dans « Inscrit » :

```
INSERT INTO Inscrit (NumPersI, NumStageI) VALUES ('101', '1') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
INSERT INTO Inscrit (NumPersI, NumStageI) VALUES ('125', '2') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
INSERT INTO Inscrit (NumPersI, NumStageI) VALUES ('125', '6') ;
```

Une erreur se produit car le couple (125,6) n'est pas présent dans la table Demandeur : l'insertion est bloqué dans la table Inscrit par un message d'erreur.

Code trigger « Avant_Modification_Inscrit » :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Modification_Inscrit ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Modification_Inscrit
BEFORE  UPDATE -- avant toute modification dans la table Inscrit.
ON Inscrit
FOR EACH ROW
BEGIN
```

```
  DECLARE nb INT ;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Demandeur
  WHERE  NumPersD = NEW.NumPersI
  AND NumStageD= NEW.NumStageI;
  IF (nb=0) THEN /* Si le couple n'existe pas déjà dans la table Demandeur, on bloque l'opération de modification et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération de modification impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou nb=1, le couple est déjà présent dans la table Demandeur et l'opération de modification dans la table Inscrit se produira après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Test :

```
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('135', '9') ;
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('135', '10') ;
INSERT INTO Inscrit (NumPersI, NumStageI) VALUES ('135', '9') ;
```

Tentative de modification dans « Inscrit » :

```
UPDATE Inscrit
SET  NumStageI = '10'
WHERE NumPersI = '135' AND NumStageI = '9';
```

Cette modification se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
UPDATE Inscrit
SET  NumStageI = '11'
WHERE NumPersI = '135' AND NumStageI = '10';
```

Une erreur se produit car le couple (135,11) n'est pas demandeur de stage (il n'existe pas dans la table Demandeur) : la modification dans la table Inscrit est bloqué par un message d'erreur.

Code trigger « Avant_Suppression _Demandeur » :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Suppression_Demandeur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Suppression_Demandeur
BEFORE  DELETE -- avant toute suppression dans la table Demandeur.
ON Demandeur
FOR EACH ROW
BEGIN
  DECLARE nb INT ;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Inscrit
  WHERE  NumPersI = OLD.NumPersD
```

```
  AND NumStageI= OLD.NumStageD; -- quand on fait un DELETE il ya juste des valeurs anciennes.
  IF (nb=1) THEN /* il existe un inscrit qui porte le même numéro de personne et le même numéro de stage que le demandeur qu'on cherche à supprimer, le couple existe dans la table Inscrit, on bloque donc l'opération de suppression dans la table Demandeur et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération de suppression impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou nb=0, le couple n'est pas dans la table Inscrit et l'opération de suppression dans la table Demandeur se produira après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Test :

```
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('121', '11') ;
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('145', '11') ;
INSERT INTO Inscrit (NumPersI, NumStageI) VALUES ('145', '11') ;
```

Tentative de suppression dans « Inscrit » :

```
DELETE FROM Demandeur
WHERE NumPersD = '121' AND NumStageD= '11' ;
```

Cette suppression se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
DELETE FROM Demandeur
WHERE NumPersD = '145' AND NumStageD= '11' ;
```

Une erreur se produit car le couple (145,11) est déjà présent dans la table Inscrit : la suppression dans la table Demandeur est bloqué par un message d'erreur.

Code trigger « Avant_Modification _Demandeur » :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Modification_Demandeur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Modification_Demandeur
BEFORE  UPDATE -- avant toute modification dans la table Demandeur.
ON Demandeur
FOR EACH ROW
BEGIN
  DECLARE nb INT ;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Inscrit
  WHERE  NumPersI = OLD.NumPersD
  AND NumStageI= OLD.NumStageD; /*on cherche si l'ancien demandeur qu'on veut modifier est inscrit ou pas. Si l'ancien demandeur est inscrit alors la modification est impossible. Ainsi  nous testons les anciennes valeurs et non pas les nouvelles valeurs qu'on veut mettre */
```

```
  IF (nb=1) THEN /* il existe inscrit qui porte le même numéro de personne et le même numéro de stage que le demandeur qu'on cherche à modifier, le couple existe dans la table Inscrit, on bloque donc l'opération de modification dans la table Demandeur et on provoque une erreur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération de modification impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou nb=0, le couple n'est pas dans la table Inscrit et l'opération de modification dans la table Demandeur se produira après la fin du trigger*/
  END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Test :

```
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('162', '2') ;
INSERT INTO Demandeur (NumPersD, NumStageD) VALUES ('69', '7') ;
INSERT INTO Inscrit (NumPersI, NumStageI) VALUES ('69', '7') ;
```

Tentative de modification dans « Demandeur » :

```
UPDATE Demandeur
SET  NumStageD = '3'
WHERE NumPersD = '162' AND NumStageD = '2';
```

Cette modification se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
UPDATE Demandeur
SET  NumStageD = '8'
WHERE NumPersD = '69' AND NumStageD = '7';
```

Une erreur se produit car le couple (69,7) est déjà inscrit donc on ne peut pas modifier ce couple dans la table demandeur (sinon nous obtenons un inscrit qui n'est pas demandeur de stage) : la modification dans la table Demandeur est bloqué par un message d'erreur.

Procédure stockée et fonction stockée:

Une procédure stockée est un programme SQL intégré dans une base de données mais qui doit être appelé pour être exécuter (ce n'est pas la même logique avec un Trigger qui se déclenche suite à un événement).

Intérêt d'une procédure stockée : une procédure stockée permet de mémoriser des traitements directement dans la base de données, ce qui permet de :

- Limiter les échanges de flux entre serveur de traitement et le serveur de données.
- Offrir la possibilité de réutilisation des programmes (éviter les répétitions de code et optimiser le code).

Une procédure stockée peut être appelée par :

- Une autre procédure stockée (pour éviter les répétitions de code).
- Un trigger (pour optimiser les triggers offrant certains traitements similaires).

- Un programme extérieur (un programme PHP qui appel une procédure stockée).

Nous reprenons l'exemple du Trigger qui permet d'éviter qu'un enseignant pour un stage donné soit à la fois formateur et stagiaire. Nous devons écrire deux Triggers par table :

- Un Trigger avant insertion et avant modification dans la table « Formateur »
- Un Trigger avant insertion et avant modification dans la table « Stagiaire »

Avec comme relations :

Enseignant (**NumEns**, NomEns, TélEns)
Stage (**NumStage**, LibelléStg, DuréeStg)
Formateur (**NumEnsF, NumStageF**)
Stagiaire (**NumEnsStg, NumStageStg**)

Comme nous l'avons vu précédemment pour la table « Formateur », le Trigger avant insertion et avant modification comporte le même code. Dans une optique d'optimisation, écrire deux Triggers avec des codes qui se ressemblent n'est pas optimal. La solution est d'écrire une procédure stockée unique qui sera appelée par les deux Triggers.

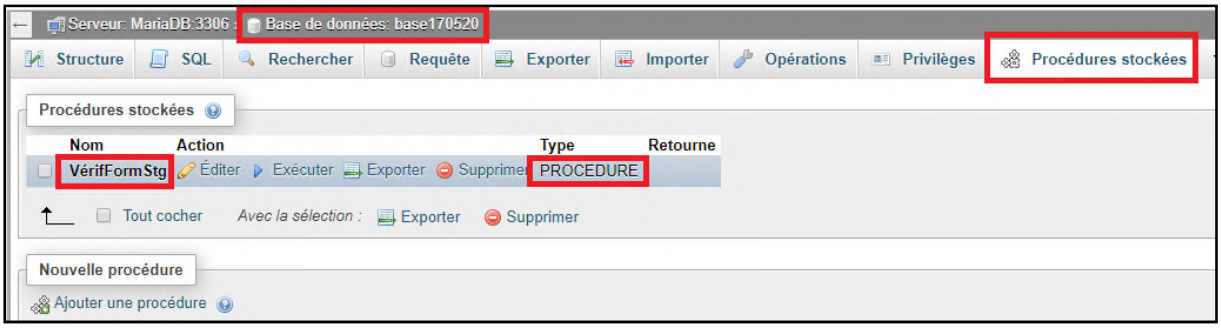
Attention : une procédure stockée ne peut pas accédée aux objets NEW et OLD contrairement à un Trigger (chose qui peut être faite par un trigger). Ceci implique l'obligation d'utiliser des paramètres dans une procédure stockée qui vont remplacés les objets NEW et OLD accessibles que par un Trigger.

La procédure stockée qui va contenir la portion de code commune entre le Trigger « avant insertion Formateur » et le Trigger « avant modification Formateur » est créée comme suit :

```
DELIMITER | -- le délimitateur du bloc d'instructions devient |.
CREATE PROCEDURE VérifFormStg (IN NumEnsProc INT, IN NumStagProc INT)
/* cette procédure comporte deux paramètres en entrée qui sont les deux objets NEW présent dans les deux Triggers et qui ne peuvent pas être utilisés directement dans une procédure stockée. IN représente une valeur en entrée dont il faut spécifier le nom et le type*/
BEGIN
/* le corps du programme est assez similaire à celui des deux Triggers*/
  DECLARE nb INT ;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /*le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Stagiaire
  WHERE  NumEnsStg = NumEnsProc
  AND NumStageStg= NumStagProc;
```

```
/* nous avons remplacé les deux objets NEW.NumEnsF et NEW.NumStageF par les deux paramètres NumEnsProc et NumStagProc qui sont envoyés à la procédure stockée par le Trigger */
  IF (nb=1) THEN /*le couple existe déjà dans la table Stagiaire, il ne faut pas réaliser une opération INSERT ou une opération UPDATE dans la table Formateur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou nb=0, le couple n'est pas dans la table Stagiaire et l'opération INSERT ou l'opération UPDATE dans la table Formateur se produira normalement*/
   END IF ;
END |
DELIMITER ;
```

Pour vérifier que la procédure stockée à été réellement créer, allez au volet « Procédures stockées » de la vue global de la base de données :



Les deux Triggers « avant insertion Formateur » et « avant modification Formateur » sont écrit comme suit :

```
DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_insertion_Formateur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_insertion_Formateur
BEFORE INSERT -- avant toute insertion dans la table Formateur.
ON Formateur
FOR EACH ROW
BEGIN
CALL VérifFormStg (NEW.NumEnsF, NEW.NumStageF) ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.

DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Modification_Formateur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Modification_Formateur
BEFORE UPDATE -- avant toute modification dans la table Formateur.
ON Formateur
```

```
FOR EACH ROW
BEGIN
CALL VérifFormStg (NEW.NumEnsF, NEW.NumStageF) ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Nous avons ainsi optimisé le code des deux triggers (ceci est faisable aussi pour les vérifications de contraintes lors des opérations d'insertion ou de modification sur la table Stagiaire).

La procédure stockée sera appelé depuis le Trigger, et dans le cas ou la procédure stockée génère une erreur (déclenche une erreur), le Trigger va bloquer l'opération d'insertion (INSERT) ou de modification (UPDATE) (tous dépend du Trigger appelant de la procédure stockée).

Test :

```
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('33', '6') ;
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('33', '7') ;
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('21', '7') ;
```

Tentative d'insertion dans « Formateur » :

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('33', '4') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('21', '6') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('33', '6') ;
```

Cette insertion provoque une erreur car le couple (33,6) est déjà présent dans Stagiaire : l'insertion dans la table Formateur est bloqué par un message d'erreur provoqué par la procédure stockée.

```
UPDATE Formateur
SET  NumStageF = '5'
WHERE NumEnsF = '33' AND NumStageF = '4';
```

Cette modification se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
UPDATE Formateur
SET  NumStageF = '7'
WHERE NumEnsF = '21' AND NumStageF = '6';
```

Cette modification provoque une erreur car le couple (21,7) est déjà présent dans la table Stagiaire : la modification dans la table Formateur est bloqué par un message d'erreur provoqué par la procédure stockée.

Vous remarquez que le message d'erreur pour les deux Triggers est standard pour les deux commandes d'insertion (INSERT) et de modification (UPDATE) sur la table « Formateur » (puisque le message d'erreur se trouve dans la procédure stockée et la même procédure stockée est utilisée par les deux Triggers). Pour pouvoir personnaliser les messages d'erreurs, on peut toujours utiliser une fonction stockée à la place d'une

procédure stockée (une fonction stockée ressemble à une procédure stockée sauf qu'elle retourne une valeur de sortie). C'est-à-dire au lieu de générer un message d'erreur dans la procédure stockée, la fonction stockée va renvoyée une valeur de sortie au Trigger qui va en fonction de cette valeur soit générer un message d'erreur personnalisé (à la place du message standard) soit permettre la commande à laquelle il est lié (commande d'insertion (INSERT) ou commande de modification (UPDATE)).

Code de la fonction stockée et des Triggers:

```
DELIMITER | -- le délimitateur du bloc d'instructions devient |.
CREATE FUNCTION VérifFormStgFUN (IN NumEnsFun INT, IN NumStagFun INT)
RETURNS INT
/* cette fonction comporte deux paramètres en entrée qui sont les deux objets NEW
présent dans les Triggers et qui ne peuvent pas être utilisés directement dans une
fonction stockée. La  fonction stockée retourne une valeur entière*/
/* il existe un petit détaille à ne pas oublier dans une fonction stockée et qui n'est pas
spécifiée dans une procédure stockée, c'est de préciser le type d'actions appliqués par la
fonction par rapport aux données. Si l'on veut exécuter des requêtes SQL de type
sélection il faut spécifier READ SQL DATA. Si cette instruction est oubliée, les requêtes
SQL SELECT ne seront pas exécutées dans la fonction stockée*/
READ SQL DATA
BEGIN
/* le corps de la fonction stockée est assez similaire à celui du Trigger*/
  DECLARE nb INT ;
  SELECT COUNT(*) INTO nb /* le résultat de la requête est récupéré dans la variable nb*/
  FROM Stagiaire
  WHERE  NumEnsStg = NumEnsFun
  AND NumStageStg= NumStagFun;
/* nous avons remplacé les deux objets NEW.NumEnsF et NEW.NumStageF par les deux
paramètres  NumEnsFun et NumStagFun qui sont envoyés à la fonction stockée par le
Trigger */
RETURN nb; /*on ne génère pas d'erreur dans fonction stockée, on retourne seulement
une valeur au Trigger et c'est au Trigger de tester cette valeur et de faire une action en
fonction de cette valeur */
END |
DELIMITER ;

DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_insertion_Formateur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_insertion_Formateur
BEFORE INSERT -- avant toute insertion dans la table Formateur.
ON Formateur
FOR EACH ROW
BEGIN
```

```
DECLARE valretour INT;
SET valretour := CALL VérifFormStgFUN (NEW.NumEnsF, NEW.NumStageF);
  IF (valretour=1) THEN /*le couple existe déjà dans la table Stagiaire, il ne faut pas réaliser une opération INSERT dans la table Formateur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération d'insertion impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou valretour =0, le couple n'est pas dans la table Stagiaire et l'opération INSERT dans la table Formateur se produira après la fin du Trigger*/
   END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.

DROP TRIGGER IF EXISTS Avant_Modification_Formateur ;
DELIMITER // -- le délimitateur du bloc d'instructions devient //.
CREATE TRIGGER Avant_Modification_Formateur
BEFORE UPDATE -- avant toute modification dans la table Formateur.
ON Formateur
FOR EACH ROW
BEGIN
DECLARE valretour INT;
SET valretour := CALL VérifFormStgFUN (NEW.NumEnsF, NEW.NumStageF);
  IF (valretour=1) THEN /*le couple existe déjà dans la table Stagiaire, il ne faut pas réaliser une opération UPDATE dans la table Formateur*/
  SIGNAL SQLSTATE "45000" SET MESSAGE_TEXT ="opération de modification impossible" ;
  /* Dans le cas contraire, ou valretour =0, le couple n'est pas dans la table Stagiaire et l'opération UPDATE dans la table Formateur se produira après la fin du Trigger*/
   END IF ;
END // -- le TRIGGER se termine grâce au nouveau délimitateur.
DELIMITER ; -- on restaure l'ancien délimitateur.
```

Test :

```
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('18', '6') ;
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('18', '7') ;
INSERT INTO Stagiaire (NumEnsStg, NumStageStg) VALUES ('19', '7') ;
```

Tentative d'insertion dans « Formateur » :

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('18', '8') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('19', '8') ;
```

Cette insertion se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
INSERT INTO Formateur (NumEnsF, NumStageF) VALUES ('19', '7') ;
```

Cette insertion provoque une erreur car le couple (19,7) est déjà présent dans Stagiaire : l'insertion est bloqué dans la table Formateur par un message d'erreur provoqué par la fonction stockée.

```
UPDATE Formateur
SET  NumStageF = '5'
WHERE NumEnsF = '18' AND NumStageF = '8';
```

Cette modification se passe bien puisque la contrainte est vérifiée.

```
UPDATE Formateur
SET  NumStageF = '7'
WHERE NumEnsF = '18' AND NumStageF = '5';
```

Cette modification provoque une erreur car le couple (18,7) est déjà présent dans la table Stagiaire : la modification dans la table Formateur est bloqué par un message d'erreur provoqué par la fonction stockée.

L'utilisation de fonctions stockées est également faisable pour la vérification de contraintes lors de l'insertion ou de la modification dans la table Stagiaire.