

Aujourd'hui, nous allons utiliser un autre schéma, le schéma `sakila` qui contient des informations utilisées par un magasin de location de DVD. Le schéma est visible à cette adresse <http://stephane-v-boucheron.fr/WordPress3/wp-content/uploads/2016/01/sakila-schema.png>. Vous pouvez aussi inspecter les tables comme d'habitude avec

```
bd_2016=# \d sakila.film
bd_2016=# \d sakila.actor
```

## 1 Requêtes SQL (encore plus) avancées

### 1.1 Requêtes imbriquées

Les requêtes imbriquées permettent d'utiliser le résultat d'une requête dans la clause `WHERE` d'une requête. On utilisera essentiellement les deux connecteurs suivants : `IN`, `EXISTS`. `IN` permet de tester la présence d'une valeur dans le résultat d'une requête. `EXISTS` renvoie `True` si la requête donnée est non-vidue et `False` sinon. On peut les combiner avec `NOT` pour inverser leur comportement : `NOT IN` et `NOT EXISTS`. Par exemple, pour connaître les films disponibles en allemand, on pourra écrire :

```
SELECT * FROM sakila.film
WHERE language_id IN (SELECT language_id
                      FROM sakila.language
                      WHERE name='German');
```

Pour connaître les acteurs qui ont joué dans au moins un film, on pourra écrire :

```
SELECT * FROM sakila.actor AS ac
WHERE EXISTS (SELECT *
             FROM sakila.film_actor as fa
             WHERE fa.actor_id = ac.actor_id);
```

### 1.2 Jointure externe

La jointure externe est une jointure un peu particulière. On a vu la semaine dernière que lorsqu'on faisait une jointure, les lignes de la table de droit étaient recollées aux lignes de la table de gauche. Si une ligne à gauche ne pouvait pas être recollée, elle disparaissait de la jointure. La jointure extérieure permet de garder ces lignes-là malgré tout.

On utilisera `LEFT JOIN` et `RIGHT JOIN`. Par exemple, la requête suivante renvoie la liste des pays et leur langages. Les pays qui ne se trouvent pas dans la table `countrylanguage` (il y en a, l'antarctique par exemple) seront listés quand même et les informations manquantes seront remplies avec des valeurs `NULL`.

```
SELECT * FROM world.country as p
LEFT JOIN world.countrylanguage as l
ON p.countrycode = l.countrycode;
```

On peut utiliser cette requête pour trouver les pays qui n'ont pas de langue officielle par exemple :

```
SELECT * FROM world.country as p
LEFT JOIN world.countrylanguage as l
ON p.countrycode = l.countrycode AND l.isofficial
WHERE l.countrycode IS NULL;
```

## 2 Exercices

### 2.1 Requêtes

1. Quels sont les langues qui ne sont officielles dans aucun pays ? Écrivez une version avec NOT IN et une autre avec LEFT JOIN. Première version :

```
SELECT language FROM countrylanguage
WHERE language NOT IN
      (SELECT "language" FROM countrylanguage WHERE isofficial);
```

Deuxième version :

```
SELECT l1.language FROM countrylanguage as l1
      LEFT JOIN countrylanguage as l
      ON (l1.language = l.language and l.isofficial)
      WHERE l.language IS NULL;
```

Troisième version :

```
SELECT language FROM countrylanguage cl
WHERE NOT EXISTS
      (SELECT "language" FROM countrylanguage cl1
      WHERE cl1.language=cl.language AND
      cl1.isofficial);
```

En calcul relationnel

$$\left\{ l.\text{language} : \text{countrylanguage}(l) \wedge \neg(\exists t \text{ countrylanguage}(t) \wedge l.\text{language} = t.\text{language} \wedge t.\text{isofficial}) \right\}$$

2. Quels sont les films qui n'ont jamais été loués ? Là encore, plusieurs possibilités. Avec ce qu'on a vu la semaine dernière :

```
WITH DejaLoue AS
      (SELECT film_id FROM sakila.rental NATURAL JOIN sakila.inventory),
NonLoue AS
      (SELECT film_id FROM sakila.film EXCEPT SELECT * FROM DejaLoue)
```

```
SELECT title FROM film NATURAL JOIN NonLoue;
```

Avec les requêtes imbriquées :

```
SELECT title, film_id FROM sakila.film
      WHERE film_id NOT IN (SELECT film_id FROM
      sakila.rental NATURAL JOIN sakila.inventory);
```

En calcul relationnel

$$\left\{ f.\text{title} : \text{film}(f) \wedge \neg(\exists t, t_1 \text{ inventory}(t) \wedge \exists t_1 \text{ rental}(t_1) \wedge f.\text{film\_id} = t.\text{film\_id} \wedge t.\text{inventory\_id} = t_1.\text{inventory\_id}) \right\}$$

Cette question est exactement du même type que la précédente. On y répond de la même de la même manière : pour trouver *dans la base* les objets d'un certain type qui ne possèdent pas une propriété, on cherche dans la base tous les objets de ce type et on fait la différence avec l'ensemble des objets de ce type qui possèdent la propriété dans la base.

3. Quels sont les acteurs qui ont joués dans toutes les catégories de film ?

```
WITH ActCat AS (SELECT actor_id, category_id FROM sakila.film_actor
                NATURAL JOIN sakila.film_category),
ActNot AS (SELECT actor_id FROM sakila.actor, sakila.category
           WHERE (actor_id, category_id) NOT IN (SELECT * FROM ActCat)),
ActId AS (SELECT actor_id FROM sakila.actor EXCEPT SELECT * FROM ActNot)
```

```
SELECT first_name, last_name FROM sakila.actor NATURAL JOIN ActId ;
```

Cette requête réalise une opération sophistiquée de l'algèbre relationnelle la *division* ou  $\div$ . Il ne s'agit pas d'une opération primitive comme  $\sigma, \pi, \times$ .

$$\pi_{\text{actor\_id, category\_id}}(\text{film\_actor} \bowtie \text{film\_category}) \div \pi_{\text{category}}(\text{film\_category})$$

La version suivante calcule le même résultat, et suit fidèlement le plan d'exécution le plus élémentaire pour réaliser la division.

```
WITH ActCat AS (SELECT actor_id, category_id FROM sakila.film_actor
                NATURAL JOIN sakila.film_category),
ActCrosCat AS (SELECT actor_id, category_id FROM sakila.actor,
                sakila.category),
ActNotCat AS (SELECT * FROM ActCrosCat EXCEPT SELECT * FROM ActCat),
ActId AS (SELECT actor_id FROM sakila.actor EXCEPT
          SELECT actor_id FROM ActNotCat)
```

```
SELECT first_name, last_name FROM sakila.actor NATURAL JOIN ActId ;
```

4. Existe-t-il des acteurs qui ne jouent avec aucun autre acteur ?

Non !

```
WITH Copain AS
(SELECT R1.actor_id FROM sakila.film_actor as R1 JOIN sakila.film_actor as R2
     ON (R1.film_id = R2.film_id AND R1.actor_id != R2.actor_id))
SELECT actor_id FROM sakila.actor
WHERE actor_id not in (SELECT * FROM Copain);
```

ou avec NOT EXISTS

```
SELECT actor_id FROM sakila.actor a
WHERE NOT EXISTS (
  SELECT fa2.actor_id
  FROM sakila.film_actor fa1 JOIN sakila.film_actor fa2
  ON (fa1.actor_id=a.actor_id AND
      fa2.actor_id<> a.actor_id AND
      fa1.film_id=fa2.film_id)
)
```

Cette question ressemble beaucoup aux questions 1 et 2.

5. Nom, prénom des clients installés dans des villes sans magasins ?

```
WITH CustomerCity AS
(SELECT first_name, last_name, customer_id, city_id
 FROM sakila.customer NATURAL JOIN sakila.address),
```

```
StoreCity AS
(SELECT city_id FROM sakila.store NATURAL JOIN sakila.address)
```

```
SELECT first_name, last_name FROM CustomerCity
WHERE city_id NOT IN (SELECT * FROM StoreCity);
```

6. Lister les pays pour lesquels toutes les villes ont au moins un magasin.  
*Chaque fois qu'on lit dans la questions « tous » ou « toutes », on est tenté de voir une division. Ici ce n'est pas le cas. Il faut d'abord déterminer les villes sans magasins, puis leur pays et retirer ces pays de la liste de tous les pays.*

```
WITH city_without_store AS (  
    SELECT city_id FROM sakila.city  
    EXCEPT  
    SELECT DISTINCT c.city_id  
    FROM sakila.store st NATURAL JOIN sakila.address a NATURAL JOIN sakila.city c)  
  
SELECT *  
FROM sakila.country co  
WHERE NOT EXISTS (SELECT * FROM  
                 sakila.country NATURAL JOIN city_without_store) ;
```

7. Déterminer la liste des films disponibles dans toutes les langues.  
*Comme pour les acteurs « toutes catégories », il s'agit d'une division. Dans la base installée, le résultat est vide.*
8. Un même DVD (inventory\_id) peut bien sûr être loué plusieurs fois, mais pas simultanément. Proposer une requête qui vérifie que les dates de location d'un DVD donné sont compatibles.  
*SQL en général et PostGres proposent beaucoup de types et d'opérations sophistiquées pour représenter et manipuler les données temporelles.*

## 2.2 Fonctions SQL

Dans votre schéma personnel (qui porte le nom de votre identifiant ENT), écrire une fonction SQL `film_id_cat` qui prend en paramètre une chaîne de caractère `s` et renvoie la liste des films de catégorie `s`. On rappelle la syntaxe :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION entid.film_id_cat(s TEXT)  
RETURNS TABLE(film_id INTEGER)  
LANGUAGE 'sql' AS  
$$  
requete  
$$
```

*Réponse*

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION entid.film_id_cat(s text)  
RETURNS TABLE(film_id smallint) LANGUAGE sql  
AS $$  
SELECT film_id FROM film_category NATURAL JOIN category  
WHERE category.name=s ;  
$$ ;
```

Utilisez votre fonction pour écrire les requêtes suivantes :

1. Quels sont les acteurs qui ont déjà joué dans un film d'horreur (catégorie 'Horror') ?  
*Réponse*

```
SELECT DISTINCT ac.*  
FROM sakila.actor ac NATURAL JOIN  
    (SELECT * FROM sakila.film_actor  
     WHERE film_id IN (SELECT * FROM entid.film_id_cat('Horror') )) fa ;
```

ou

```
SELECT DISTINCT ac.*
FROM sakila.actor ac NATURAL JOIN
     sakila.film_actor NATURAL JOIN
     film_id_cat('Horror') ;
```

(156 tuples renvoyés).

2. Quels sont les acteurs qui n'ont jamais joué dans une comédie ('Comedy') ?

*Réponse*

Attention ! Cette requête ne répond pas à la question :

```
SELECT DISTINCT ac.*
FROM sakila.actor ac NATURAL JOIN
     (SELECT * FROM sakila.film_actor
      WHERE film_id NOT IN (SELECT * FROM entid.film_id_cat('Comedy')) ) fa ;
```

Elle répond à la question : Quels sont les acteurs qui ont joué dans un film qui n'est pas une comédie ?

Une réponse correcte est

```
SELECT DISTINCT ac.last_name, ac.first_name
FROM sakila.actor ac
WHERE NOT EXISTS
     (SELECT * FROM sakila.film_actor fa
      WHERE film_id IN (SELECT * FROM stbouche.film_id_cat('Comedy'))
      AND fa.actor_id = ac.actor_id
     ) ;
```

En calcul relationnel, en considérant `film_id_cat('Comedy')` comme une relation (ce qui est cohérent avec la définition de la fonction) cette requête s'exprime

$$\{a.last\_name, a.first\_name : actor(a) \wedge \neg (\exists fa \text{ film\_actor}(fa) \wedge fa.actor\_id = a.actor\_id \wedge film\_id\_cat('Comedy')(fa.film\_id))\}$$

Le calcul relationnel traduit presque littéralement la démarche que nous suivons lorsqu'il faut construire le résultat à la main : pour trouver les `actor_id` des acteurs qui n'ont jamais joué dans une comédie, nous examinons toutes les valeurs  $a$  de `actor_id` présentes dans la table `actor` (ou `film_actor`), et pour chacune de ces valeurs, nous vérifions qu'il n'existe pas de tuple de la table `film_actor` où l'attribut `actor_id` soit égal à  $a$  et où l'attribut `film_id` désigne un film qui apparaît dans le résultat de `film_id_cat('Comedy')`.

Nous *décrivons/explicitons* ainsi les propriétés du résultat de la requête *Quels sont les acteurs qui n'ont jamais joué dans une comédie ('Comedy') ?*.

Si maintenant nous cherchons à *calculer* ce résultat, nous pouvons d'abord calculer la liste des `actor_id` des acteurs qui ont joué dans une comédie, calculer la liste de tous les `actor_id` connus dans le schéma et faire la différence, en algèbre relationnelle, cela se résume à

$$\pi_{actor\_id}(film\_actor) \setminus \pi_{actor\_id}(film\_actor \bowtie film\_id\_cat('Comedy'))$$

3. Quels sont les acteurs qui ont joué dans un film d'horreur ('Horror') et dans un film pour enfant ('Children') ?

*Réponse*

Ici l'erreur la plus fréquente consiste à écrire

```
SELECT actor_id FROM sakila.film_actor AS fa
WHERE fa.film_id IN (SELECT * FROM film_id_cat('Children')) AND
      fa.film_id IN (SELECT * FROM film_id_cat('Horror')) ;
```

Le résultat est vide et la requête ne correspond pas à la question posée. Elle calcule les `actor_id` des acteurs qui ont dans au moins un film qui relève simultanément des catégories `Horror` et `Children` (ce genre de film est assez rare).

Pour calculer un résultat correct, il faut pour chaque valeur  $a$  de `actor_id` rechercher deux tuples (pas nécessairement distincts) de `film_actor` où l'attribut `actor_id` vaut  $a$  et ou dans un cas `film_id` désigne un film pour enfants et dans l'autre un film d'horreur. En calcul relationnel, cela donne

$$\{a.\text{last\_name}, a.\text{first\_name} : \text{actor}(a) \wedge \\ (\exists \text{fa } \text{film\_actor}(\text{fa}) \wedge \text{fa}.\text{actor\_id} = a.\text{actor\_id} \\ \wedge \text{film\_id\_cat}(\text{'Children'})(\text{fa}.\text{film\_id})) \\ (\exists \text{fa } \text{film\_actor}(\text{fa}) \wedge \text{fa}.\text{actor\_id} = a.\text{actor\_id} \\ \wedge \text{film\_id\_cat}(\text{'Horror'})(\text{fa}.\text{film\_id}))\}$$

En algèbre relationnelle

$$\pi_{\text{last\_name}, \text{first\_name}} \left( \text{actor} \bowtie \left( \pi_{\text{actor\_id}} (\text{film\_actor} \bowtie \text{film\_id\_cat}(\text{'Children'})) \cap \pi_{\text{actor\_id}} (\text{film\_actor} \bowtie \text{film\_id\_cat}(\text{'Horror'})) \right) \right)$$

En SQL, cela peut donner

```
SELECT DISTINCT a.first_name, a.last_name FROM sakila.actor a
WHERE EXISTS (SELECT film_id
              FROM film_actor AS fa1 NATURAL JOIN
              film_id_cat('Children')
              WHERE fa1.actor_id = a.actor_id) AND
            EXISTS (SELECT film_id
                  FROM film_actor AS fa2 NATURAL JOIN
                  film_id_cat('Horror')
                  WHERE fa2.actor_id = a.actor_id) ;
```

qui renvoie 129 tuples.

### 2.3 Devoir maison “hello world”

Pour la semaine prochaine, créez dans votre schéma personnel les fonctions SQL correspondant aux questions suivantes.

1. Ecrire une fonction `actor_category(nom character varying(49), prenom character varying(49))` qui prend en argument le nom et le prénom d'un acteur (d'une actrice) et renvoie la liste des noms des catégories de films dans lesquels il/elle a joué.
2. Ecrire une fonction `co_actors(nom character varying(49), prenom character varying(49))` qui renvoie les noms et prénoms des acteurs qui jouent dans un film où apparaît un acteur ou une actrice dont le nom et le prénom sont donnés en argument.