

# Vues, provenance, déclencheurs

## Cours L3 Bases de Données

Pierre Senellart



4 mars 2020

# Plan

Vues

Provenance

Maintenance de vues

Mise à jour au travers de vues

Déclencheurs

Références

# Vues

- Les vues sont des **requêtes** auxquelles l'on donne un **nom**
- Elles s'utilisent **comme des tables** dans d'autres requêtes
- **Sémantique** : on **remplace** la vue par le résultat de l'évaluation de la requête correspondante

En SQL

**CREATE VIEW** vue **AS SELECT** ...

**CREATE** MATERIALIZED **VIEW** vue **AS SELECT** ...



## Usage des vues

- Indépendance logique** : une application peut accéder à des vues, sans avoir besoin de connaître l'organisation effective des données dans la base (qui peut changer de manière transparente, en redéfinissant les vues)
- Contrôle d'accès** : des droits d'accès différents peuvent être donnés aux tables de base et à des vues, pour qu'un utilisateur ou application donnée n'ait accès qu'à un ensemble restreint du contenu de la base
- Intégration de données** : des vues peuvent être définies pour regrouper les données de plusieurs sources ayant des schémas relationnels différents
- Optimisation** : des vues matérialisées peuvent être définies pour des requêtes fréquentes, pour éviter d'avoir à les ré-évaluer à chaque fois

## Répondre à des requêtes grâce à des vues

- **Problème** : étant donné une requête sur les tables de base et un ensemble de vues, calculer une **réécriture équivalente à la requête** utilisant uniquement les vues
- Parfois impossible de trouver une réécriture équivalente, mais possible de trouver une réécriture **maximalement contenue**
- Très important en **intégration de données**, quand les vues sont utilisées pour décrire les données accessibles dans les différentes sources en fonction d'un schéma global
- Parfois nécessaire de tenir compte du **coût** d'accès à chacune des vues
- Très étudié, nombreux algorithmes proposés pour différents langages de requêtes et de vue, voir la vue d'ensemble du sujet [Halevy, 2001]



## Vues et mises à jour

Les vues interagissent de manière complexe avec les mises à jour (insertion, modification, suppression).

**Maintenance de vues** : quand une mise à jour a lieu sur les tables de base, cette mise à jour doit être **reflétée dans les vues**

- **Pas de souci** pour les vues virtuelles
- Plus compliqué pour les vues matérialisées qui doivent être **maintenues** en fonction des mises à jour

**Mise à jour au travers de vues** : on veut pouvoir dans certaines circonstances faire une opération de mise à jour sur une vue, et que cela résulte en des **mises à jour appropriées des tables de base**



# Plan

Vues

Provenance

Maintenance de vues

Mise à jour au travers de vues

Déclencheurs

Références

## Modèle de données

- **Modèle de données relationnel** : données décomposées en relations, avec attributs étiquetés...

## Modèle de données

- **Modèle de données relationnel** : données décomposées en relations, avec attributs étiquetés...

nom	poste	ville
John	Directeur	New York
Paul	Gardien	New York
Dave	Analyste	Paris
Ellen	Agent	Berlin
Magdalen	Agent double	Paris
Nancy	DRH	Paris
Susan	Analyste	Berlin

## Modèle de données

- **Modèle de données relationnel** : données décomposées en relations, avec attributs étiquetés...
- ... et une **annotation de provenance** supplémentaire pour chaque tuple (la voir comme un identifiant de tuple)

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

## Provenance booléenne [Imielinski and Jr., 1984]

- $\mathcal{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  ensemble fini d'événements booléens
- annotation de provenance : fonction booléenne sur  $\mathcal{X}$ ,  
 c.-à-d., une fonction de la forme :  $(\mathcal{X} \rightarrow \{\perp, \top\}) \rightarrow \{\perp, \top\}$
- Interprétation : sémantique de mondes possibles
  - chaque valuation  $\nu : \mathcal{X} \rightarrow \{\perp, \top\}$  désigne un monde possible de la base de données
  - la provenance d'un tuple  $\nu$  évalue à  $\perp$  ou  $\top$  suivant si ce tuple existe dans ce monde possible
  - par exemple, si chaque tuple de la base est annoté avec la fonction indicatrice d'un événement booléen distinct, l'ensemble des mondes possibles est l'ensemble de toutes les sous-instances

## Exemples de mondes possibles

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

$\nu :$

$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$
⊥	⊥	⊥	⊥	⊥	⊥	⊥

## Exemples de mondes possibles

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

$$\nu : \begin{array}{ccccccc} t_1 & t_2 & t_3 & t_4 & t_5 & t_6 & t_7 \\ \top & \perp & \top & \perp & \top & \perp & \top \end{array}$$

## Provenance booléenne des résultats de requêtes

- $\nu(D)$  : la **sous-instance** de  $D$  où tous les tuples dont l'annotation de provenance évalue à  $\perp$  par  $\nu$  sont enlevés
- La **provenance booléenne**  $\text{prov}_{q,D}(t)$  d'un tuple  $t \in q(D)$  est la fonction :

$$\nu \mapsto \begin{cases} \top & \text{si } t \in q(\nu(D)) \\ \perp & \text{sinon} \end{cases}$$

### Exemple (Quelles villes sont dans la table Personnel?)

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$t_1 \vee t_2$
Paris	$t_3 \vee t_5 \vee t_6$
Berlin	$t_4 \vee t_7$

## Semi-anneau commutatif $(K, 0, 1, \oplus, \otimes)$

- Ensemble  $K$  avec éléments distingués  $0, 1$
- $\oplus$  opérateur **associatif, commutatif**, avec neutre  $0_K$  :
  - $a \oplus (b \oplus c) = (a \oplus b) \oplus c$
  - $a \oplus b = b \oplus a$
  - $a \oplus 0 = 0 \oplus a = a$
- $\otimes$  opérateur **associatif, commutatif**, avec neutre  $1_K$  :
  - $a \otimes (b \otimes c) = (a \otimes b) \otimes c$
  - $a \otimes b = b \otimes a$
  - $a \otimes 1 = 1 \otimes a = a$
- $\otimes$  **distribue** sur  $\oplus$  :

$$a \otimes (b \oplus c) = (a \otimes b) \oplus (a \otimes c)$$

- $0$  est **annulateur** pour  $\otimes$  :

$$a \otimes 0 = 0 \otimes a = 0$$

## Exemples de semi-anneaux

- $(\{\text{fonctions booléennes sur } \mathcal{X}\}, \perp, \top, \vee, \wedge)$  : semi-anneau des **fonctions booléennes** sur  $\mathcal{X}$
- $(\mathcal{P}(\mathcal{P}(\mathcal{X})), \emptyset, \{\emptyset\}, \cup, \uplus)$  : Semi-anneau **Why** sur  $\mathcal{X}$   
( $A \uplus B := \{a \cup b \mid a \in A, b \in B\}$ )

## Provenance de semi-anneau [Green et al., 2007]

- On fixe un semi-anneau  $(K, 0, 1, \oplus, \otimes)$
- On suppose que les annotations de provenance sont dans  $K$
- On considère une requête  $q$  de l'algèbre relationnelle positive (sélection, projection, renommage, produit cartésien, union ; jointures simulables avec renommage, produit cartésien, sélection, projection)
- On définit la sémantique de la provenance d'un tuple  $t \in q(D)$  récursivement sur la structure de  $q$

## Sélection, renommage

Les annotations de provenance des tuples sélectionnés sont **inchangées**

Exemple ( $\rho_{\text{nom} \rightarrow \text{n}}(\sigma_{\text{ville}=\text{“New York”}}(R))$ )

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

n	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$

## Projection

Les annotations de provenance des tuples identiques, fusionnés, sont  $\oplus$ -ées

Exemple ( $\pi_{ville}(R)$ )

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$t_1 \oplus t_2$
Paris	$t_3 \oplus t_5 \oplus t_6$
Berlin	$t_4 \oplus t_7$

## Union

Les annotations de provenance des tuples identiques, fusionnés, sont  $\oplus$ -ées

### Exemple

$$\pi_{ville}(\sigma_{starts-with(poste, "Agent")}(R)) \cup \pi_{ville}(\sigma_{poste="Analyste"}(R))$$

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
Paris	$t_3 \oplus t_5$
Berlin	$t_4 \oplus t_7$

## Produit cartésien

Les annotations de provenance des tuples combinés sont  $\otimes$ -ées

### Exemple

$$\pi_{ville}(\sigma_{starts-with(poste, "Agent")}(R)) \bowtie \pi_{ville}(\sigma_{poste="Analyste"}(R))$$

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
Paris	$t_3 \otimes t_5$
Berlin	$t_4 \otimes t_7$

## Que peut-on faire avec ça ?

**Fonctions booléennes** : provenance booléenne, comme définie précédemment

**Semi-anneau Why** : Why-provenance [Buneman et al., 2001], ensemble des combinaisons de tuples nécessaires à l'existence d'un tuple

... et plein d'autres choses en choisissant d'autres semi-anneaux !

## Exemple de Why-provenance

$$\pi_{ville}(\sigma_{nom < nom2}(\pi_{nom, ville}(R) \bowtie \rho_{nom \rightarrow nom2}(\pi_{nom, ville}(R))))$$

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$\{ \{t_1, t_2\} \}$
Paris	$\{ \{t_3, t_5\}, \{t_3, t_6\}, \{t_5, t_6\} \}$
Berlin	$\{ \{t_4, t_7\} \}$



# Plan

Vues

Provenance

Maintenance de vues

Mise à jour au travers de vues

Déclencheurs

Références

## Insertions

Pour l'algèbre relationnelle positive, possible de calculer l'impact d'une insertion de manière **incrémentale** :

$$\sigma_{\varphi}(R \cup \Delta R) = \sigma_{\varphi}(R) \cup \sigma_{\varphi}(\Delta R)$$

$$\Pi_X(R \cup \Delta R) = \Pi_X(R) \cup \Pi_X(\Delta R)$$

$$\rho_{A \rightarrow B}(R \cup \Delta R) = \rho_{A \rightarrow B}(R) \cup \rho_{A \rightarrow B}(\Delta R)$$

$$(R \cup \Delta R) \cup (S \cup \Delta S) = (R \cup S) \cup \Delta R \cup \Delta S$$

$$(R \cup \Delta R) \times (S \cup \Delta S) = (R \times S) \cup (R \times \Delta S) \cup (\Delta R \times S) \cup (\Delta R \times \Delta S)$$

$$(R \cup \Delta R) \bowtie (S \cup \Delta S) = (R \bowtie S) \cup (R \bowtie \Delta S) \cup (\Delta R \bowtie S) \cup (\Delta R \bowtie \Delta S)$$

## Suppressions

- Il suffit d'utiliser la **provenance booléenne** !
- Enlever tous les tuples dont l'annotation de provenance s'évalue à  $\perp$

# Suppressions

- Il suffit d'utiliser la **provenance booléenne** !
- Enlever tous les tuples dont l'annotation de provenance s'évalue à  $\perp$

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$t_1 \wedge t_2$
Paris	$t_3 \wedge t_5 \vee t_3 \wedge t_6 \vee t_5 \wedge t_6$
Berlin	$t_4 \wedge t_7$

Si  $t_1$  disparaît

## Suppressions

- Il suffit d'utiliser la **provenance booléenne** !
- Enlever tous les tuples dont l'annotation de provenance s'évalue à  $\perp$

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$t_1 \wedge t_2$
Paris	$t_3 \wedge t_5 \vee t_3 \wedge t_6 \vee t_5 \wedge t_6$
Berlin	$t_4 \wedge t_7$

Si  $t_1$  disparaît, New York disparaît du résultat de la vue.

## Et dans PostgreSQL ?

- La maintenance automatique de vue n'est **pas implémentée** !
- On peut maintenir manuellement une vue avec :  
REFRESH MATERIALIZED **VIEW** vue
- Pour une maintenance automatique, transformer la vue matérialisée en une vraie table, et ajouter des **déclencheurs** aux tables de base pour traiter les opérations de mise à jour de manière ad hoc

```
CREATE TRIGGER tab_trigger  
ON tab  
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE tab_insert()
```

# Plan

Vues

Provenance

Maintenance de vues

Mise à jour au travers de vues

Déclencheurs

Références

## Insertions

Difficile en général :

- En cas de jointure avec valeur de jointure projetée, il faut « inventer » une valeur de jointure pour ajouter des tuples avec cette valeur dans plusieurs tables de base
- En cas de projection simple, peupler la table de base de valeurs **NULL**
- En cas d'agrégation : essentiellement impossible sauf à définir une stratégie adaptée à chaque problème

## Suppressions [Buneman et al., 2002]

- Cas d'utilisation de la **Why-provenance** !
- Pour supprimer un tuple  $t$  dans le résultat d'une vue, sélectionner un **sous-ensemble de tuples minimal** (en taille, ou en termes d'effet de bord sur les autres tuples de la vue supprimés) dont l'annotation est présente dans chaque ensemble d'annotations de la Why-provenance de  $t$
- **NP-complet** en général

## Suppressions [Buneman et al., 2002]

- Cas d'utilisation de la **Why-provenance** !
- Pour supprimer un tuple  $t$  dans le résultat d'une vue, sélectionner un **sous-ensemble de tuples minimal** (en taille, ou en termes d'effet de bord sur les autres tuples de la vue supprimés) dont l'annotation est présente dans chaque ensemble d'annotations de la Why-provenance de  $t$
- **NP-complet** en général

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$\{t_1, t_2\}$
Paris	$\{t_3, t_5\}, \{t_3, t_6\}, \{t_5, t_6\}$
Berlin	$\{t_4, t_7\}$

Pour supprimer Paris

## Suppressions [Buneman et al., 2002]

- Cas d'utilisation de la **Why-provenance** !
- Pour supprimer un tuple  $t$  dans le résultat d'une vue, sélectionner un **sous-ensemble de tuples minimal** (en taille, ou en termes d'effet de bord sur les autres tuples de la vue supprimés) dont l'annotation est présente dans chaque ensemble d'annotations de la Why-provenance de  $t$
- **NP-complet** en général

nom	poste	ville	prov
John	Directeur	New York	$t_1$
Paul	Gardien	New York	$t_2$
Dave	Analyste	Paris	$t_3$
Ellen	Agent	Berlin	$t_4$
Magdalen	Agent double	Paris	$t_5$
Nancy	DRH	Paris	$t_6$
Susan	Analyste	Berlin	$t_7$

ville	prov
New York	$\{t_1, t_2\}$
Paris	$\{t_3, t_5\}, \{t_3, t_6\}, \{t_5, t_6\}$
Berlin	$\{t_4, t_7\}$

Pour supprimer Paris, supprimer **deux tuples parmi  $t_3, t_5, t_6$** .

## Et dans PostgreSQL ?

- Le standard SQL n'autorise les mises à jour qu'à travers des vues très simples (sélection, projection, renommage) :
  - pas de jointure
  - pas d'union, d'intersection, de différence
  - pas d'agrégation
  - pas de requête récursive
  - pas de sémantique ensembliste
- Pour les autres cas, possible de définir un **déclencheur** sur la vue

```
CREATE TRIGGER vue_trigger  
INSTEAD OF INSERT OR UPDATE OR DELETE ON vue  
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE vue_maj()
```

# Plan

Vues

Provenance

Maintenance de vues

Mise à jour au travers de vues

**Déclencheurs**

Références



## PL/pgSQL

- Langage de programmation impératif de PostgreSQL
- Permet de définir des déclencheurs :

```

CREATE FUNCTION tab_insert() RETURNS TRIGGER
LANGUAGE plpgsql
AS $$
BEGIN
    ...
RETURN NEW;
END;
$$;
    
```

- Au sein d'une fonction définissant un déclencheur ligne par ligne, **OLD** est l'ancienne valeur du tuple (pour modification ou suppression), **NEW** est la nouvelle valeur (pour insertion ou modification)

# Plan

Vues

Provenance

Maintenance de vues

Mise à jour au travers de vues

Déclencheurs

Références

## Références

- L'article présentant les semi-anneaux de provenance [Green et al., 2007]
- La vue d'ensemble de réponse à des requêtes en utilisant des vues [Halevy, 2001]
- Chapitre 22 de [Abiteboul et al., 1995]
- La documentation de PostgreSQL pour les déclencheurs et PL/pgSQL <https://www.postgresql.org/docs/9.5/>

## Bibliographie I

Serge Abiteboul, Richard Hull, and Victor Vianu. *Foundations of Databases*. Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-53771-0.  
URL <http://www-cse.ucsd.edu/users/vianu/book.html>.

Peter Buneman, Sanjeev Khanna, and Wang Chiew Tan. Why and where : A characterization of data provenance. In *Database Theory - ICDT 2001, 8th International Conference, London, UK, January 4-6, 2001, Proceedings.*, 2001.

Peter Buneman, Sanjeev Khanna, and Wang Chiew Tan. On propagation of deletions and annotations through views. In *Proceedings of the Twenty-first ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems, June 3-5, Madison, Wisconsin, USA*, pages 150–158, 2002. doi : 10.1145/543613.543633. URL <http://doi.acm.org/10.1145/543613.543633>.

## Bibliographie II

Todd J Green, Grigoris Karvounarakis, and Val Tannen.  
Provenance semirings. In *PODS*, 2007.

Alon Y. Halevy. Answering queries using views : A survey.  
*VLDB J.*, 10(4) :270–294, 2001. doi : 10.1007/s007780100054.  
URL <http://dx.doi.org/10.1007/s007780100054>.

Tomasz Imielinski and Witold Lipski Jr. Incomplete  
information in relational databases. *J. ACM*, 31(4), 1984.