

Modèle relationnel et algèbre relationnelle

Université de Caen-Normandie

Bruno CRÉMILLEUX

- E. F. Codd (IBM) en 1970
- années 80 : DBASE IV, ORACLE, INGRES, UNIFY,...
- années 90 : postgresSQL, MySQL, Access,...

Deux raisons (en apparence contradictoires) au succès du modèle relationnel

- un **modèle simple** : structure de données : **table**
- **fondements mathématiques solides** : l'algèbre relationnelle (i.e., concept mathématique de relation en théorie des ensembles)

langages *non procéduraux* de manipulation des données

Exemple : relation (ou table) Personne

Pas d'ordre sur les colonnes ni sur les lignes	nompers	ville	datenaissance
	-----	-----	-----
	chloe	caen	1997-01-15
	jean	creully	1990-04-18
	mehdi	caen	1997-06-18
	lea	epron	1995-01-08
	helena	paris	1996-09-08

- **Domaine**

D_1 : nom = {'chloe', 'jean', 'mehdi', ...}

D_2 : ville = {'caen', 'creully', ...}

numérique, chaînes de caractères, date, énuméré, ...

- **Relation**

sous-ensemble des combinaisons du produit cartésien des valeurs d'une liste de domaines

- **Attribut**

colonne d'une relation

- **schéma** (représente la relation en **intension**) :
 - nom de la relation
 - attributs et leurs domaines
 - signification de la relation (i.e., savoir si un n-uplet appartient ou pas à l'extension de la relation).
- **extension** : ensemble de n-uplets.

Deux n-uplets diffèrent d'une valeur d'au moins un de leurs attributs.

Vocabulaire :

- **degré** (d'une relation) : nombre d'attributs
- **cardinalité** (d'une relation) : nombre de n-uplets

clé candidate : ensemble d'attributs dont les valeurs déterminent un unique n-uplet. Une relation peut posséder plusieurs clés candidates.

Modèle ensembliste : pas de doublon, aussi une relation possède toujours au moins une clé candidate (l'ensemble des attributs identifie nécessairement un unique n-uplet).

On est souvent intéressé par les **clés de longueur minimale** (en terme de nombre d'attributs).

- un ensemble de relations (i.e., tables) avec leurs schémas et extensions
- des contraintes que doivent satisfaire les tables (e.g. valeurs autorisées, unicité, clés étrangères)

Algèbre relationnelle

- projection : $R[A]$ ou $\pi_A(R)$
- sélection : $R:(F)$ ou $\sigma_{(F)}(R)$ (F : expression de sélection)
- union : $R \cup S$
- différence : $R - S$
- produit cartésien : $R \times S$

Une des forces de l'algèbre relationnelle : le résultat de toute opération algébrique est une *relation* (**propriété de fermeture**)

Exemple :



tables Personne, Pays, Voyage

Personne

nompers	ville	datenaissance
-----+	-----+	-----
chloe	caen	1997-01-15
jean	creully	1990-04-18
mehdi	caen	1997-06-18
lea	epron	1995-01-08
helena	paris	1996-09-08

Pays

nompays	capitale
-----+	-----
irlande	dublin
autriche	vienne
perou	lima
macedoine	skopje

Voyage

nompers	nompays
-----+	-----
chloe	macedoine
chloe	irlande
mehdi	irlande
mehdi	perou
helena	perou

Produit cartésien : Personne \times Voyage



nompers	ville	datenaissance	nompers	nompays
chloe	caen	1997-01-15	chloe	macedoine
chloe	caen	1997-01-15	chloe	irlande
chloe	caen	1997-01-15	mehdi	irlande
chloe	caen	1997-01-15	mehdi	perou
chloe	caen	1997-01-15	helena	perou
jean	creully	1990-04-18	chloe	macedoine
jean	creully	1990-04-18	chloe	irlande
jean	creully	1990-04-18	mehdi	irlande
jean	creully	1990-04-18	mehdi	perou
jean	creully	1990-04-18	helena	perou
mehdi	caen	1997-06-18	chloe	macedoine
mehdi	caen	1997-06-18	chloe	irlande
mehdi	caen	1997-06-18	mehdi	irlande
mehdi	caen	1997-06-18	mehdi	perou
mehdi	caen	1997-06-18	helena	perou
lea	epron	1995-01-08	chloe	macedoine
lea	epron	1995-01-08	chloe	irlande
lea	epron	1995-01-08	mehdi	irlande
lea	epron	1995-01-08	mehdi	perou
lea	epron	1995-01-08	helena	perou
helena	paris	1996-09-08	chloe	macedoine
helena	paris	1996-09-08	chloe	irlande
helena	paris	1996-09-08	mehdi	irlande
helena	paris	1996-09-08	mehdi	perou
helena	paris	1996-09-08	helena	perou

- intersection : $R \cap S$
- jointure (naturelle) : $R \bowtie S$ (ou $*$)
- thêta-jointure : $R(F) \bowtie S$ (F : expression de sélection)
- division : R / S

Ces opérateurs peuvent être écrits en fonction des opérateurs fondamentaux.

Jointure naturelle : Personne ⋈ Voyage (1/2)

(sur nompers)



nompers	ville	datenaissance	nompers	nompays
chloe	caen	1997-01-15	chloe	macedoine
chloe	caen	1997-01-15	chloe	irlande
chloe	caen	1997-01-15	mehdi	irlande
chloe	caen	1997-01-15	mehdi	perou
chloe	caen	1997-01-15	helena	perou
jean	creully	1990-04-18	chloe	macedoine
jean	creully	1990-04-18	chloe	irlande
jean	creully	1990-04-18	mehdi	irlande
jean	creully	1990-04-18	mehdi	perou
jean	creully	1990-04-18	helena	perou
mehdi	caen	1997-06-18	chloe	macedoine
mehdi	caen	1997-06-18	chloe	irlande
mehdi	caen	1997-06-18	mehdi	irlande
mehdi	caen	1997-06-18	mehdi	perou
mehdi	caen	1997-06-18	helena	perou
lea	epron	1995-01-08	chloe	macedoine
lea	epron	1995-01-08	chloe	irlande
lea	epron	1995-01-08	mehdi	irlande
lea	epron	1995-01-08	mehdi	perou
lea	epron	1995-01-08	helena	perou
helena	paris	1996-09-08	chloe	macedoine
helena	paris	1996-09-08	chloe	irlande
helena	paris	1996-09-08	mehdi	irlande
helena	paris	1996-09-08	mehdi	perou
helena	paris	1996-09-08	helena	perou

Jointure naturelle : Personne ⋈ Voyage (2/2)

(sur nompers)



nompers	ville	datenaissance	nompays
chloe	caen	1997-01-15	macedoine
chloe	caen	1997-01-15	irlande

mehdi	caen	1997-06-18	irlande
mehdi	caen	1997-06-18	perou

helena	paris	1996-09-08	perou
--------	-------	------------	-------

Noms des personnes et noms des pays visités par les personnes habitants Caen :

```
((Personne ⋈ Voyage):(ville = 'caen'))[nompers, nompays]
```

Résultat :

nompers		nompays
-----+		
chloe		macedoine
chloe		irlande
mehdi		irlande
mehdi		perou

Remarque : la jointure naturelle $R \bowtie S$ ne permet pas toujours de retrouver les tables R et S . Par exemple, $\text{Personne} \bowtie \text{Voyage}$ ne conserve pas les informations sur les personnes n'ayant pas voyagé et sur les pays non visités.

La thêta-jointure : exemple



Paires de noms de personnes habitant la même ville.

P1 = Personne ; P2 = Personne ;

$(P1(P1.ville = P2.ville \text{ et } P1.nompers < P2.nompers) \bowtie P2)$
[P1.nompers, P2.nompers]

Résultat :

nompers		nompers
-----	+	-----
chloe		mehdi

La thêta-jointure s'exprime de façon simple avec le produit cartésien :

$$R(F) \bowtie S = (R \times S) : F$$

Sur l'exemple :

$(P1 \times P2) : (P1.ville = P2.ville \text{ et } P1.nompers < P2.nompers)$
[P1.nompers, P2.nompers]

Quel résultat ?



Quel est le résultat de la requête :

P1 = Personne ; P2 = Personne ;

(P1(P1.ville = P2.ville) ⋈ P2) [P1.nompers, P2.nompers]

Quel résultat ?



Quel est le résultat de la requête :

P1 = Personne ; P2 = Personne ;

(P1(P1.ville = P2.ville) ⋈ P2) [P1.nompers, P2.nompers]

Combien de n-uplets ?

Quel résultat ?



Quel est le résultat de la requête :

P1 = Personne ; P2 = Personne ;

(P1(P1.ville = P2.ville) ⋈ P2) [P1.nompers, P2.nompers]

Combien de n-uplets ?

7 n-uplets :

nompers		nompers
-----	+	-----
chloe		mehdi
chloe		chloe
jean		jean
mehdi		mehdi
mehdi		chloe
lea		lea
helena		helena

Noms des personnes qui ont visité *toutes* les capitales (on suppose ici qu'une personne voyageant dans un pays visite la capitale de ce pays).

Si on suppose que Voyage
contient :

nompers	nompays
-----+-----	
chloe	macedoine
chloe	irlande
mehdi	irlande
mehdi	perou
helena	perou
chloe	autriche
chloe	perou

Voyage ⋈ Pays

nompers	nompays	capitale
-----+-----+-----		
chloe	macedoine	skopje
chloe	irlande	dublin
mehdi	irlande	dublin
mehdi	perou	lima
helena	perou	lima
chloe	autriche	vienne
chloe	perou	lima

la requête (Voyage ⋈ Pays)[nompers, capitale] / Pays[capitale]
produit le résultat.