



Relation

Fabien Coelho, Claire Medrala

Mines Paris – PSL, MESR

Janvier 2025

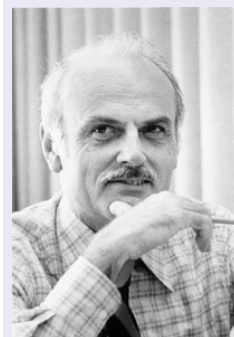
1 / 22



Histoire du modèle relationnel

Inventeur : Edgar (Ted) Frank Codd

UK (1923-2003)



- pilote RAF WWII
- IBM 1948-1984
- Canada 1953
- PhD UMICH 1965
- CACM, June 1970
A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks
- Turing Award 1981
- ACM Follow 1994

2 / 22



Histoire du modèle relationnel



Le modèle relationnel

Précurseur : David L. Childs

US



- UMICH 1968
- *Description of a Set-Theoretic Data Structure*
- *Feasibility of a Set-Theoretic Data Structure: A General Structure Based on a reconstituted Definition of Relation*
- <http://xsp.xegesis.org/>

3 / 22

bases mathématiques

- théorie des ensembles
- algèbre relationnelle
- calcul relationnel, complétude
- théorie dépendances fonctionnelles, normalisation

pratique implémentations initiales 1970s

Berkeley Ingres, langage QUEL

IBM System R, SEQUEL (*Structured English QUery Language*)

actuel Oracle, MS SQL Server, MS Acces, PostgreSQL, MySQL...

4 / 22



Domaine

ensemble de valeurs

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

Type des données élémentaires stockées, manipulées dans des relations. . .

- entier et réel de différentes précisions
- booléen, caractère (ASCII ou unicode)
- chaîne de caractère ASCII ou unicode, taille fixe ou variable
- date, heure, interval de temps
- géométrie : point, segment, rectangle, cercle. . .
- misc : numéro ou réseau IP, Ethernet, audio, vidéo, image. . .

PAS DE STRUCTURE À CE NIVEAU ! listes, tableaux, . . .



Définitions

Relation, Attribut, Tuple

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

- relation** une **table** contenant un **ensemble** de données
- attribut** une colonne **nommée** et **typée** d'une relation
- degré** = nombre d'attributs
- tuple** une donnée (ligne, *row*, n-uplet) d'une relation
- cardinalité** = nombre de tuples

classe
attribut
instance

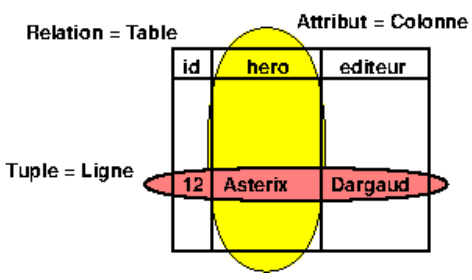


Schéma Relationnel

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

- description d'un ensemble de données
- nom des relations, nom des attributs, éventuellement type/domaine

DesFilms(titre, auteur, durée)

schéma

```
DesFilms
(titre TEXT,
 auteur TEXT,
 durée INTERVAL);
```

données

titre	auteur	durée
City Lights	Chaplin	01:27:00
Citizen Kane	Wells	01:59:00
The Dictator	Chaplin	02:07:00



Notion de clef

Unique et clef primaire

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

- **clef** : groupe **minimum** d'attributs définissant un tuple **unique**
il peut y avoir **plusieurs** clefs, et plusieurs attributs par clef
- **clef primaire** clef principale, souvent un **numéro**

Film(**fid**, titre, auteur, durée),
Cinéma(**cid**, nsalles, nom, adresse)

```
Film(
  fid INTEGER,
  titre TEXT,
  auteur TEXT,
  durée INTERVAL,
  PRIMARY KEY(fid),
  UNIQUE (titre, auteur)
);
```

```
Cinéma(
  cid INTEGER,
  nsalles INTEGER,
  nom TEXT,
  adresse TEXT,
  PRIMARY KEY(cid),
  UNIQUE (adresse)
);
```



Notion de clef

Clef étrangère



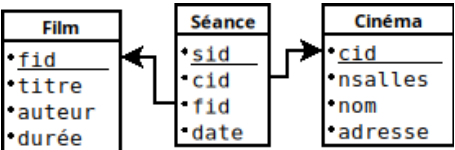
Opérations relationnelles

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

- groupe d'attribut clef dans une **autre** relation
- **référence**, liens entre tuples...

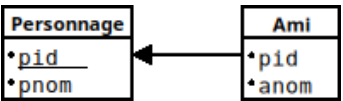
Séance(**sid**, tid, mid, date)

```
Séance(  
  sid INTEGER PRIMARY KEY,  
  cid INTEGER,  
  fid INTEGER,  
  date TIMESTAMP,  
  FOREIGN KEY (cid) REFERENCES Cinéma(cid),  
  FOREIGN KEY (fid) REFERENCES Film(fid)  
);
```



Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

- opérations **internes** : tables vers tables
- basées en partie sur la théorie des ensembles
- opérations basiques : union, différence, produit, projection, restriction
- opérations complémentaires : intersection, jointure, division (bof), fermeture transitive...



Personnage

pid	pnom
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

Ami

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix

9 / 22

10 / 22



projection de colonnes d'une table



Restriction de lignes

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

pid	pnom
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Proj(pnom, Personnage)

pnom
Tintin
Calvin
Astérix
Mélusine

Proj(pid, Ami)

pid
1
2
3
3

Relation
FC/CM
Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Rest(pid=3, Ami)

pid	anom
3	Obélix
3	Idéfix

Rest(anom finit par ix, Ami)...

pid	anom
3	Obélix
3	Idéfix

11 / 22

12 / 22



Produit Cartésien de tables

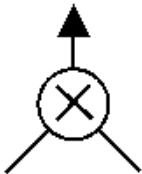
combinaisons

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

pid	pnom
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Personnage $\times$ Ami

pid	pnom	aid	anom
1	Tintin	1	Haddock
1	Tintin	2	Hobbes
1	Tintin	3	Obélix
1	Tintin	3	Idéfix
2	Calvin	1	Haddock
2	Calvin	2	Hobbes
2	Calvin	3	Obélix

...



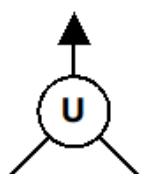
Union ensembliste

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

pid	pnom
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Personnage $\cup$ Ami

id	nom
3	Idéfix
3	Astérix
1	Haddock
4	Mélusine
2	Hobbes
3	Obélix
2	Calvin
1	Tintin



Différence ensembliste

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

pid	pnom
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Proj(pid, Personnage) $-$ Proj(pid, Ami)

id
4



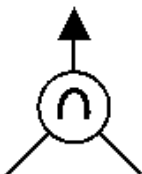
Intersection ensembliste

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

pid	pnom
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

pid	anom
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Proj(pid, Personnage) $\cap$ Proj(pid, Ami)

id
3
2
1



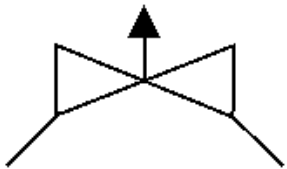
Jointure de tables sur un critère

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

<i>pid</i>	<i>pnom</i>
1	Tintin
2	Calvin
3	Astérix
4	Mélusine

<i>pid</i>	<i>anom</i>
1	Haddock
2	Hobbes
3	Obélix
3	Idéfix



Join(même pid, Personnage, Ami)

<i>pid</i>	<i>pnom</i>	<i>aïd</i>	<i>anom</i>
1	Tintin	1	Haddock
2	Calvin	2	Hobbes
3	Astérix	3	Obélix
3	Astérix	3	Idéfix

17 / 22



Puissance du modèle relationnel

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

interne résultat d'une requête est une relation
combinaisons naturelles des relations

complet théorème d'équivalence des questions et réponses

Q – relational/domain calculus expressions logiques sur tuples

atomes : $t.a = v$, $t_1.a_1 = t_2.a_2$, $t \in R$

formules : $\wedge, \vee, \neg, \exists t \in R, \forall t \in R$

$\exists p \in P (\exists a \in A (p.pid = a.pid \wedge p.pnom = 'Tintin'))$

R – relational algebra avec opérateurs relationnels

union, différence, projection, produit cartésien, restriction

$Rest(pnom='Tintin', Join(pid, Personnage, Ami))$

Est-ce que Tintin a des amis ?

19 / 22



Pas d'unicité...

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

les paires avec des amis en *ix*

- $Proj(pnom\ anom, Join(pid, Personnage, Rest(pnom\ en\ ix, Ami)))$
- $Rest(anom\ finit\ en\ ix, Proj(pnom\ anom, Join(pid, Personnage, Ami)))$

les noms des personnages sans amis

- $Proj(pnom, Personnage) - Proj(pnom, Join(pid, Personnage, Ami))$
- $Proj(pnom, Personnage - Proj(pid\ pnom, Join(pid, Personnage, Ami)))$

18 / 22



Codd's 12 rules

Relation
FC/CM

Intro
Concept
Opérations
Props
Règles
Conclusion

- **13 règles** pour identifier un système **relationnel**
 - publiées en 1985
 - très peu de systèmes passent le test !
- il existe deux versions
 - OLTP (OnLine Transaction Processing)
 - OLAP (OnLine Analytical Processing, décisionnel)

20 / 22



Liste des 13 règles

Relation

FC/CM

Intro

Concept

Opérations

Props

Règles

Conclusion

- 0 base de donnée **et** gestion du système relationnel
- 1 informations : valeurs en colonnes dans les lignes d'une table
- 2 accès garanti (table + colonne + clef primaire)
- 3 traitement systématique des NULL (valeur spéciale distincte)
- 4 catalogue sous forme de relations
- 5 langage relationnel (linéaire, interactif/appli, définitions)
- 6 vues modifiables si possible
- 7 opérateurs ponctuels pour insertion, modification et effacement
- 8 indépendance physique (application/stockage)
- 9 indépendance logique (application/tables)
- 10 contraintes d'intégrité dans le catalogue (pas application)
- 11 indépendance de distribution (localisation données invisible)
- 12 non subversion (pas de contournement)

21 / 22



Conclusion

Relation

FC/CM

Intro

Concept

Opérations

Props

Règles

Conclusion

relation permet de supprimer de la redondance

- théorie des ensembles
- liens entre concepts (tuples)
- liens entre tables (clefs étrangères)

algèbre opérations **internes** entre relations

- opérateurs ensemblistes plus relationnels

complétude répond à toutes les questions !

- en fait presque... pas de passage au complémentaire

22 / 22