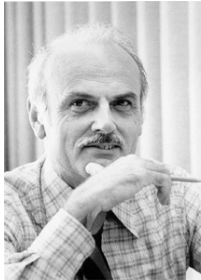


# Chapitre 7 - Bases de données

## Séance 1 - Le modèle relationnel



Théorisé en 1970 par le Britannique Edgard J. Codd, le modèle relationnel est à ce jour le modèle de base de données le plus utilisé, même si l'ère actuelle du Big Data tend à mettre en avant d'autres modèles non relationnels (nous en reparlerons).

### Les principes de base du modèle relationnel

- Les données sont regroupées dans différentes **tables** (qu'on appellera plutôt **relations** et qui donnent son nom au modèle). Chaque relation contient des éléments directement en lien avec le sujet général de la table.
- Autant que possible, des données identiques ne doivent pas se trouver dans des tables différentes : on évite la **redondance** des données.
- Les données ne doivent pas contenir elles-mêmes d'autres données : on parle d'**atomicité** des données.

*Un modèle relationnel est donc basé sur des... **relations**.*

## Une première relation

Prenons l'exemple d'une bibliothèque dont la base de données possède une relation «livres» :

relation «livres»

en-tête

enregistrement,  
tuple, n-uplet

code	Titre	Auteur	Éditeur	ISBN
834	Tous les hommes [...]	Jean-Paul DUBOIS	l'Olivier	978-2823615166
720	Leurs enfants après eux	Nicolas MATHIEU	Actes Sud	978-2330108717
37	L'Ordre du jour	Eric VUILLARD	Actes Sud	978-2330078973
1563	Chanson douce	Leïla SLIMANI	Gallimard	978-2070196678
486	Boussole	Mathias ENARD	Actes Sud	978-2330081492
1023	Pas pleurer	Lydie SALVAYRE	Seuil	978-2757884003
942	Au revoir là-haut	Pierre LEMAITRE	Albin-Michel	978-2253194613
152	Le sermon sur la chute de Rome	Jérôme FERRARI	Actes Sud	978-2330022808
46	L'Art français de la guerre	Alexis JENNI	Gallimard	978-2070134588
1532	La Carte et le Territoire	Michel HOUELLEBECQ	Flammarion	978-2081246331

attribut

## Vocabulaire

- **relation**, ou **table** : c'est l'endroit où sont rangées les données. L'ordre des lignes (que l'on appellera des enregistrements) n'a pas d'importance.
- **enregistrement**, ou **tuple**, ou **n-uplet**, ou **t-uplet**, ou **vecteur** : cela correspond à une ligne du tableau, et donc un ensemble de valeurs liées entre elles : l'auteur «Eric VUILLARD» a bien écrit le livre «L'Ordre du jour». Il est **interdit** que deux enregistrements soient totalement identiques. Le nombre d'enregistrements d'une relation s'appelle son **cardinal**.
- **attribut** : c'est l'équivalent d'une colonne. Il y a dans notre relation un attribut «code», un attribut «Titre», etc.
- **domaine** : le domaine désigne «le type» (au sens type Int, Float, String). L'attribut «Éditeur» est une chaîne de caractères, son domaine est donc String. Par contre l'attribut «ISBN» est un nombre de 13 chiffres, commençant manifestement par 978. Son domaine est donc `Int`.
- **schéma** : le schéma d'une relation est le regroupement de tous les attributs et de leur domaine respectif. Ici notre schéma serait :  
`((Code, Entier), (Titre, Chaîne de caractères), (Auteur, Chaîne de caractères), (Éditeur, Chaîne de caractères), (ISBN, Entier))`

## Clé Primaire

Une clé primaire est un attribut (ou une réunion d'attributs) **dont la connaissance suffit à identifier avec certitude un unique enregistrement.**

Par exemple, la clé primaire de la relation des personnes nées en France pourrait être leur numéro de Sécurité Sociale.

Observons, dans notre relation précédente, ce qui peut être une clé primaire et ce qui ne peut pas l'être.

- Titre : cet attribut pourrait jouer le rôle de clé primaire. En effet, notre table ne contient pas deux livres ayant le même titre.
- Auteur : cet attribut pourrait jouer le rôle de clé primaire. En effet, notre table ne contient pas deux livres ayant le même auteur.
- Éditeur : cet attribut ne peut pas jouer le rôle de clé primaire. En effet, la donnée de l'attribut «Actes Sud» renvoie vers 4 livres différents.
- ISBN : (International Standard Book Number) cet attribut est un numéro unique spécifique à chaque livre : il peut jouer le rôle de clé primaire.
- Code : cet attribut pourrait jouer le rôle de clé primaire. En effet, notre table ne contient pas deux livres ayant le même code.

Alors, quelle clé primaire choisir ? Il faut pour cela réfléchir à ce que deviendrait notre relation si elle contenait 1000 livres au lieu de 10. Il est fort probable que deux livres aient alors le même auteur : l'attribut «Auteur» ne serait donc plus une clé primaire. Il peut arriver aussi que deux livres aient le même titre : l'attribut «Titre» n'est donc pas une bonne clé primaire.

Par définition, l'attribut «ISBN» pourrait jouer le rôle de clé primaire.

Quant à l'attribut «Code», il s'agit sans doute d'une nomenclature «maison» correspondant à une étiquette collée sur la tranche des livres : c'est donc une clé primaire qu'on qualifiera d'«artificielle».

Il ne peut pas y avoir deux clés primaires dans une table. La clé primaire choisie ici serait sans aucun doute l'attribut «Code».

## D'autres relations

Ajoutons maintenant les relations ci-dessous :

### Relation « Emprunts »

id_emprunteur	date	Nom	Prénom	titre	auteur	code
845	12/10/2020	DURAND	Michel	Au revoir là-haut	Pierre LEMAITRE	942
125	13/10/2020	MARTIN	Jean	Pas pleurer	Lydie SALVAYRE	1023
125	13/10/2020	MARTIN	Jean	Boussole	Mathias ENARD	486

### Relation « Emprunteurs »

id_emprunteur	Nom	Prénom
129	DULAC	Marcel
845	DURAND	Michel
125	MARTIN	Jean

L'attribut «id\_emprunteur» est une clé primaire de la relation «Emprunteurs».

## Notion de clé étrangère

Y-a-t-il une clé primaire dans la relation «Emprunts» ?

«id\_emprunteur» est bien une clé primaire (d'«Emprunteurs») mais ne peut pas être une clé primaire d'«Emprunts», car une personne peut prendre plusieurs livres à la fois : on dit que c'est une **clé étrangère**.

## Clé étrangère

Une clé étrangère est une clé primaire d'une autre relation.

«code» est aussi une clé étrangère : c'est une clé primaire (de la relation «livres») mais elle ne peut pas jouer le rôle de clé primaire pour la relation emprunt, car un même livre pourra être pris à différentes dates.

Une clé primaire pourrait alors être la combinaison («date», «code»). En effet, aucun livre ne pouvant être emprunté deux fois le même jour, la connaissance de «date» et «code» suffit à identifier n'importe quel enregistrement.

## Redondance des données

La relation «Emprunts» contient des informations qui sont déjà disponibles dans d'autres relations : on dit qu'elle est **redondante**, et c'est quelque chose qu'il faut éviter. À la fois pour des raisons d'espace de stockage mais aussi de cohérence : si une modification doit être faite (un emprunteur change de prénom), cette modification ne doit être faite qu'à un seul endroit de notre base de données.

Une version non-redondante de la relation «Emprunteurs» serait donc celle-ci :

Relation « Emprunts »

id_emprunteur	date	code
845	12/10/2020	942
125	13/10/2020	1023
125	13/10/2020	486



## Les 3 contraintes d'intégrité

### ▪ Contrainte de domaine

Tout attribut d'un enregistrement doit respecter le domaine indiqué dans le schéma relationnel.

Attention, certains domaines sont subtils. Par exemple, si une relation possède un attribut "Code Postal", le domaine de cet attribut devra être String plutôt que Entier . Dans le cas contraire, un enregistrement possédant le code postal 03150 serait converti en 3150 (car pour les entiers,  $03150 = 3150$ ). Or le code postal 3150 n'existe pas.

### ▪ Contrainte de relation

Tout enregistrement est unique.

Cette contrainte est assurée par l'existence obligatoire d'une clé primaire.

Cette clé primaire est souvent créée de manière artificielle (voir `id_emprunteurs` dans la table ci-dessus par exemple).

## ▪ Contrainte de référence

La cohérence entre les différentes tables d'une base de données est assurée par les clés étrangères : dans une table, la valeur d'un attribut qui est clé étrangère doit obligatoirement pouvoir être retrouvée dans la table dont cet attribut est clé primaire.

Par exemple, la relation «Emprunts\_v2» ci-dessous n'est pas valable :

id_emprunteur	date	code
845	12/10/2020	942
125	13/10/2020	1023
125	13/10/2020	511

En effet, le code 511 (clé étrangère de ma table «Emprunts\_v2») ne correspond à aucun enregistrement dans la table dont il est clé primaire (la table «Livres») :

code	Titre	Auteur	Éditeur	ISBN
834	Tous les hommes [...]	Jean-Paul DUBOIS	l'Olivier	978-2823615166
720	Leurs enfants après eux	Nicolas MATHIEU	Actes Sud	978-2330108717
37	L'Ordre du jour	Eric VUILLARD	Actes Sud	978-2330078973
1563	Chanson douce	Leïla SLIMANI	Gallimard	978-2070196678
486	Boussole	Mathias ENARD	Actes Sud	978-2330081492
1023	Pas pleurer	Lydie SALVAYRE	Seuil	978-2757884003
942	Au revoir là-haut	Pierre LEMAITRE	Albin-Michel	978-2253194613
152	Le sermon sur la chute de Rome	Jérôme FERRARI	Actes Sud	978-2330022808
46	L'Art français de la guerre	Alexis JENNI	Gallimard	978-2070134588
1532	La Carte et le Territoire	Michel HOUELLEBECQ	Flammarion	978-2081246331

Il n'y a pas de code 511, donc ma relation «Emprunts\_v2» ne respecte pas la contrainte de référence, et provoquerait une erreur du SGBD.

# Représentation usuelles des bases de données en modèle relationnel

Considérons la base de données « livres », contenant les relations suivantes :

relation auteur

a_id	nom	prenom
0	Twain	Mark
1	Asimov	Isaac
2	Ōtomo	Katsuhiro
3	Martelle	Myriam
4	Touache	Sébastien
5	Goscinnny	René

## Écriture classique d'un schéma relationnel

Le schéma relationnel de cette table sera fréquemment donné sous cette forme :

**auteur** ( a\_id Int, nom String, prenom String )

Notez le soulignement sous le mot «a\_id», qui signifie que cet attribut est une clé primaire. Les clés étrangères, lorsqu'elles existent, peuvent être signalées par une astérisque \*, ou un dièse #.

relation **auteur\_de**

a_id	isbn
0	978-2081509511
1	978-2207249123
2	978-2723428262
3	978-2745989857
4	978-2745989857
5	978-2864972662
6	978-2864972662
7	978-2864972662
8	978-2864972662
9	978-2221197691
10	978-2335008586

Schéma :

**auteur\_de** ( a\_id \* Int, isbn \* String)

Remarquez que la clé primaire de cette relation est le couple (a\_id , isbn).

relation **emprunt**

code_barre	isbn	retour
421921003090881	978-2081358881	2020-04-28
421921003090881	978-2207249123	2020-04-28
421921003090881	978-2824709420	2020-04-28
137332830764072	978-2352879183	2020-02-20
137332830764072	978-2335008586	2020-02-20
137332830764072	978-2013230827	2020-02-20
533299198788609	978-2253174561	2020-02-28
533299198788609	978-2251013039	2020-02-28
917547585216771	978-2290105504	2020-04-07
654834075188732	978-2864973270	2020-02-17

Schéma :

**emprunt** ( isbn\* String, **code\_barre**\* Int, **retour** String)

relation **livre**

titre	editeur	annee	isbn
Les Aventures de Huckleberry Finn	Flammarion	2020	978-2081509511
Fondation et Empire	Editions Denoël	1999	978-2207249123
Akira	Glénat	2000	978-2723428262
Les Robots	Editions Milan	2017	978-2745989857
Astérix chez les Pictes	Editions Albert René	2013	978-2864972662
Les Monades urbaines	Robert Laffont	2016	978-2221197691
Les Voyages de Gulliver	Primento	2015	978-2335008586
Lolita	Penguin UK	2012	978-0141391601
La Nuit des temps	Presses de la Cité	2014	978-2258116429

Schéma :

**livre** ( isbn String, **titre** String, **editeur** String, **annee** Int)


## relation **usager**

nom	prenom	adresse	cp	ville	email	code_barre
MICHEL	VALÉRIE	104, Rue du Stade	75013	Paris	vmichel5@monmail.com	199614051174633
DURAND	JULIEN	183, Rue de la Gare	75019	Paris	jdurand9@email.fr	782124241492509
MOREAU	ALAIN	48, Rue du Château	75005	Paris	amoreau1@abc.de	421921003090881
DUBOIS	PHILIPPE	35, Rue du Moulin	75014	Paris	pdubois5@chezmoi.net	137332830764072
ROBERT	PASCAL	95, Rue de la Gare	75005	Paris	probert9@monmail.com	533299198788609
FOURNIER	DAVID	157, Rue de la Fontaine	75007	Paris	dfournier4@abc.de	612978231522917
LAURENT	FRANÇOISE	90, Rue Principale	75005	Paris	flaurent3@monmail.com	917547585216771
SIMON	SANDRINE	45, Rue du Château	75020	Paris	ssimon2@abc.de	654834075188732
PETIT	SÉBASTIEN	5, Rue du Stade	75012	Paris	spetit4@email.fr	934701281931582
BERNARD	STÉPHANE	131, Place de la Mairie	75015	Paris	sbernard2@chezmoi.net	035184062854281

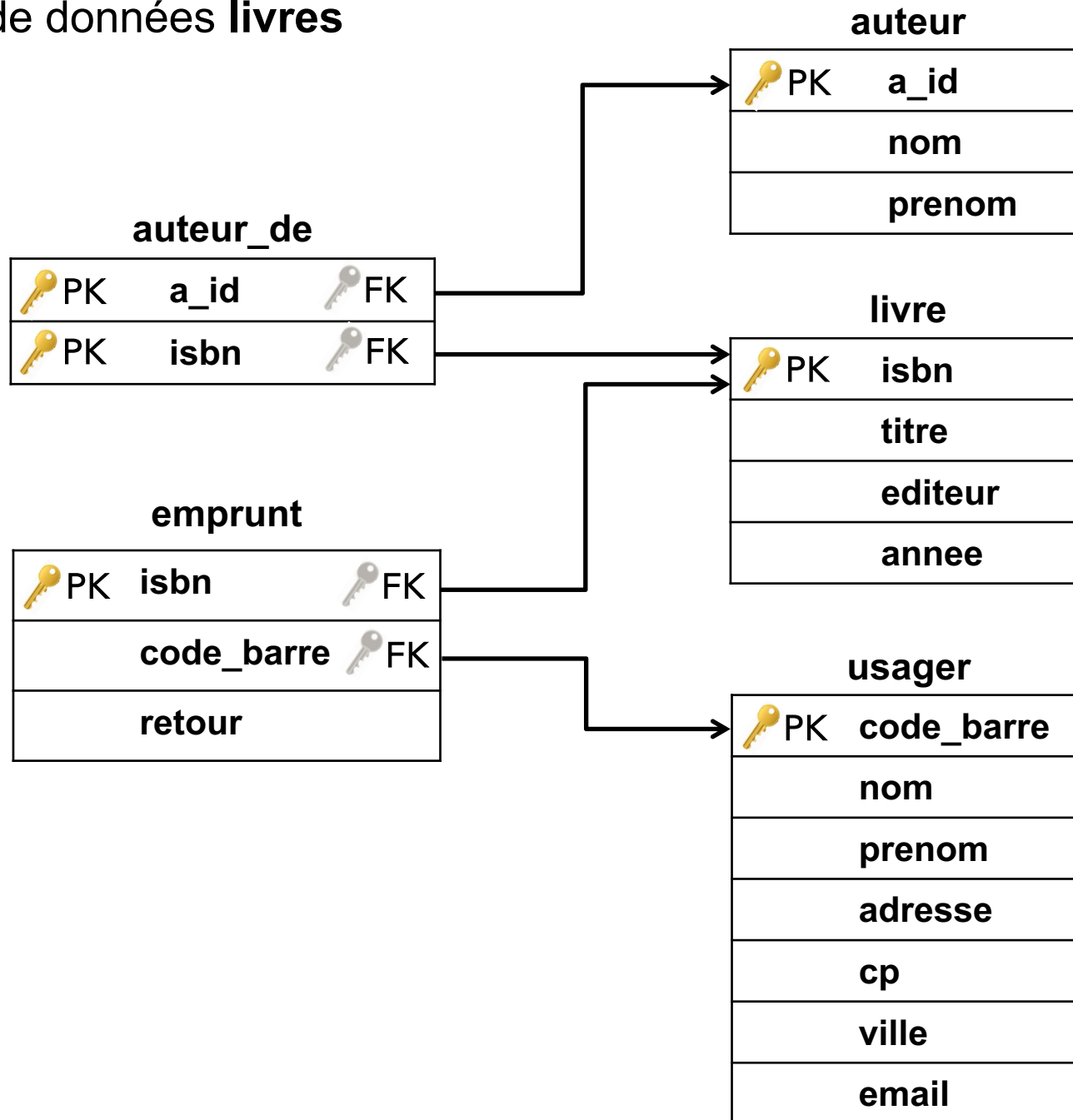
Schéma :

**usager** ( code\_barre String, **nom** String, **prenom** String, **adresse** String, **cp** String, **ville** String, **email** String)

## Diagramme relationnel

Fréquemment, on présentera l'ensemble des renseignements d'un modèle relationnel sous forme d'un diagramme qui synthétise la composition des différentes tables et les relations entre elles. 

# Base de données livres





## Exercice

Deux relations modélisent la flotte de voitures d'un réseau de location de voitures.

### Agences

id_agence	ville	département
1	Paris	75
2	Lyon	69
3	Marseille	13
4	Aubagne	13

### Voitures

id_voiture	marque	modèle	kilométrage	couleur	id_agence
1	Renault	Clio	12000	Rouge	2
2	Peugeot	205	22000	Noir	3
3	Toyota	Yaris	33000	Noir	3

- 1) Combien la relation Voitures comporte-t-elle d'attributs ?
- 2) Que vaut son cardinal ?
- 3) Quel est le domaine de l'attribut id\_agence dans la relation Voitures ?
- 4) Quel est le schéma relationnel de la relation Agences ?
- 5) Quelle est la clé primaire de la relation Agences ?
- 6) Quelle est la clé primaire de la relation Voitures ?
- 7) Quelle est la clé étrangère de la relation Voitures ?

## Vidéo **Lumni**

Qu'est-ce qu'une base de données relationnelle ?

<https://www.lumni.fr/video/qu-est-ce-qu-une-base-de-donnees-relationnelle>