

C1 Le Modèle relationnel



Programme Terminale

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Modèle relationnel : relation, attribut, domaine, clef primaire, clef étrangère, schéma relationnel	Identifier les concepts définissant le modèle relationnel	Ces concepts permettent d'exprimer les contraintes d'intégrité (domaine, relation et référence)

L'année dernière nous avons eu l'occasion de travailler sur des données structurées en les stockant dans des fichiers au format CSV. Même si cette méthode de stockage de l'information peut s'avérer pratique dans certains cas précis, il est souvent souhaitable d'utiliser une base de données pour stocker des données.

En effet si le nombre de données à stocker devient très grand, est-ce que ma solution choisie pourra les gérer ? (on peut par exemple méditer sur le cas du Royaume-Uni dont le comptage des patients positifs au Covid est devenu faux car il a dépassé les limites de leur [feuille Excel](#))

- Est-ce que d'autres personnes que moi sont susceptibles de consulter ou modifier ces données, éventuellement en même temps que moi ?
- Si une donnée se retrouve à plusieurs endroits dans mes données, devrais-je aller modifier cette donnée partout où elle se trouve ou bien une seule fois ?

L'étude des Bases de Données tente d'apporter des réponses à toutes ces questions.

Dans une base de données, l'information est stockée dans des fichiers, mais à la différence des fichiers au format CSV, il n'est pas possible de travailler sur ces données avec un simple éditeur de texte. Pour manipuler les données présentes dans une base de données (écrire, lire ou encore modifier), il est nécessaire d'utiliser un type de logiciel appelé "**système de gestion de base de données**" très souvent abrégé en **SGBD**.

Il existe une multitude de SGBD : des gratuites, des payantes, des libres ou bien encore des propriétaires. Les SGBD permettent de grandement simplifier la gestion des bases de données :

- les SGBD permettent de gérer la lecture, l'écriture ou la modification des informations contenues dans une base de données
- les SGBD permettent de gérer les autorisations d'accès à une base de données. Il est en effet souvent nécessaire de contrôler les accès par exemple en permettant à l'utilisateur A de lire et d'écrire dans la base de données alors que l'utilisateur B aura uniquement la possibilité de lire les informations contenues dans cette même base de données.
- les fichiers des bases de données sont stockés sur des disques durs dans des ordinateurs, ces ordinateurs peuvent subir des pannes. Il est souvent nécessaire que l'accès aux informations contenues dans une base de données soit maintenu, même en cas de panne matérielle. Les bases de données sont donc dupliquées sur

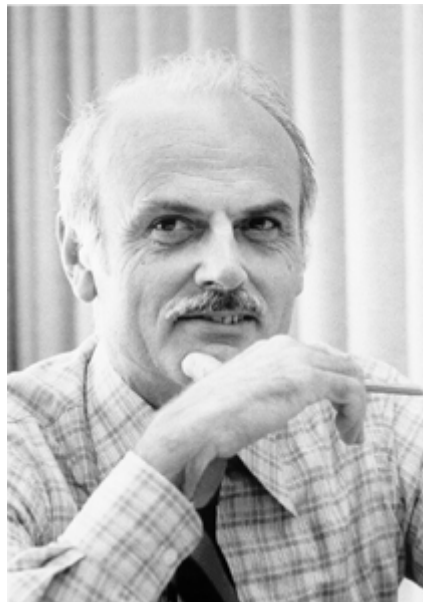
plusieurs ordinateurs afin qu'en cas de panne d'un ordinateur A, un ordinateur B contenant une copie de la base de données présente dans A, puisse prendre le relais. Tout cela est très complexe à gérer, en effet toute modification de la base de données présente sur l'ordinateur A doit entraîner la même modification de la base de données présente sur l'ordinateur B. Cette synchronisation entre A et B doit se faire le plus rapidement possible, il est fondamental d'avoir des copies parfaitement identiques en permanence. C'est aussi les SGBD qui assurent la maintenance des différentes copies de la base de données.

- plusieurs personnes peuvent avoir besoin d'accéder aux informations contenues dans une base données en même temps. Cela peut parfois poser problème, notamment si les 2 personnes désirent modifier la même donnée au même moment (on parle d'accès concurrent). Ces problèmes d'accès concurrent sont aussi gérés par les SGBD.

Comme nous venons de la voir, les SGBD jouent un rôle fondamental. L'utilisation des SGBD explique en partie la supériorité de l'utilisation des bases de données sur des solutions plus simples à mettre en oeuvre, mais aussi beaucoup plus limitées comme les fichiers au format CSV.

1. Le modèle relationnel

Le programme de Terminale NSI prévoit uniquement l'étude du **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**.

2. Première relation

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

Relation «Livres»

code	Titre	Auteur	ann_publi	note	En-tête
1	1984	Orwell	1949	10	
2	Dune	Herbert	1965	8	
3	Fondation	Asimovann_publi	1951	9	
4	Le meilleur des mondes	Huxley	1931	7	
5	Fahrenheit 451	Bradbury	1953	7	Enregistrement, tuple, n-uplet
6	Ubik	K.Dick	1969	9	
7	Chroniques martiennes	Bradbury	1950	8	
8	La nuit des temps	Barjavel	1968	7	
9	Blade Runner	K.Dick	1968	8	
10	Les Robots	Van Vogt	1950	9	
11	La planète des singes	Boule	1963	8	
12	Ravage	Barjavel	1943	8	
13	Le maître du Haut Château	K.Dick	1962	8	
14	Les monde des Â	Van Vogt	1945	7	
15	La Fin de l'éternité	Asimov	1955	8	
16	De la Terre à la Lune	Verne	1865	10	
			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 «Bradbury» a bien écrit le livre «Fahrenheit 451». 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 «Auteur» est une chaîne de caractères, par contre l'attribut «code» est un nombre.
- **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), (ann_publi, date), (note, Entier))`

3. Contrainte d'intégrité : Contrainte de domaine

Pour chaque attribut d'une relation, il est nécessaire de définir un domaine : Le domaine d'un attribut donné correspond à un ensemble fini ou infini de valeurs admissibles.

- Par exemple, le domaine de l'attribut "code" correspond à l'ensemble des entiers (noté INT) : la colonne "code" devra obligatoirement contenir des entiers.
- Autre exemple, le domaine de l'attribut "titre" correspond à l'ensemble des chaînes de caractères (noté TEXT ou CHAR).
- Dernier exemple, le domaine de l'attribut "note" correspond à l'ensemble des entiers positifs.

Au moment de la création d'une relation, il est nécessaire de renseigner le domaine de chaque attribut.

Le SGBD s'assure qu'un élément ajouté à une relation respecte bien le domaine de l'attribut correspondant : si par exemple vous essayez d'ajouter une note non entière (par exemple 8.5), le SGBD signalera cette erreur et n'autorisera pas l'écriture de cette nouvelle donnée.

4. Contrainte d'intégrité : Clé Primaire

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. Mais en réalité, à éviter car des livres peuvent avoir le même nom parfois.
- Auteur : cet attribut ne pourrait pas jouer le rôle de clé primaire. En effet, notre table contient des livres ayant le même auteur.
- ann_publi : cet attribut ne peut **pas** jouer le rôle de clé primaire. En effet, la donnée de l'attribut «1951» renvoie vers plusieurs livres différents.
- note : cet attribut ne peut pas jouer le rôle de clé primaire.
- Code : cet attribut peut jouer le rôle de clé primaire. En effet, notre table ne contient pas deux livre 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.

L'attribut «Code», qui correspond à une nomenclature «maison», c'est donc une clé primaire qu'on qualifiera d'«artificielle».

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

On note :
(Code : Entier, Titre : Chaîne de caractères, Auteur : Chaîne de caractères, ann_publi : date, note : Entier)

5. Contrainte d'intégrité : clé étrangère

Ajoutons maintenant les relations ci-dessous :

Relation «Emprunts»

id_emprunteur	date	Nom	Prénom	titre	auteur	code
845	12/10/2020	DURAND	Michel	Fondation	Asimov	3
125	13/10/2020	MARTIN	Jean	Blade Runner	K.Dick	9
125	13/10/2020	MARTIN	Jean	De la Terre à la Lune	Verne	16

Relation «Emprunteurs»



id_emprunteur	Nom	Prénom
129	DUPOND	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.

6. 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	3
125	13/10/2020	9
125	13/10/2020	16

7. Résumé : Contraintes d'intégrité

7.1. Contrainte de domaine

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.

7.2. Contrainte de relation

Clé primaire

La contrainte de relation impose que tout enregistrement soit unique : cette contrainte est réalisée 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).

7.3. Contrainte de référence

Clé primaire

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 :

Relation «Emprunts_v2»

id_emprunteur	date	code
845	12/10/2020	3
125	13/10/2020	9

id_emprunteur	date	code
125	13/10/2020	27

En effet, le code 27 (clé étrangère de la table «Emprunts_v2») ne correspond à aucun enregistrement dans la table dont il est clé primaire (la table «Livres») :

Donc ma relation «Emprunts_v2» ne respecte pas la contrainte de référence, et provoquerait une erreur du SGBD.

8. Représentation usuelles des bases de données en modèle relationnel

Considérons la base de données Tour de France 2020, contenant les relations suivantes : (d'après une idée de [Didier Boulle](#))

relation Équipes

codeEquipe	nomEquipe
ALM	AG2R La Mondiale
AST	Astana Pro Team
TBM	Bahrain - McLaren
BOH	BORA - hansgrohe
CCC	CCC Team
COF	Cofidis, Solutions Crédits
DQT	Deceuninck - Quick Step
EF1	EF Pro Cycling
GFC	Groupama - FDJ
LTS	Lotto Soudal
...	...

Le schéma relationnel de cette table s'écrit souvent : Equipes (codeEquipe String , nomEquipe String)

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

relation Coureurs

dossard	nomCoureur	prénomCoureur	codeEquipe
141	LÓPEZ	Miguel Ángel	AST
142	FRAILE	Omar	AST
143	HOULE	Hugo	AST
11	ROGLIČ	Primož	TJV
12	BENNETT	George	TJV
41	ALAPHILIPPE	Julian	DQT
44	CAVAGNA	Rémi	DQT
45	DECLERCQ	Tim	DQT
121	MARTIN	Guillaume	COF
122	CONSONNI	Simone	COF
123	EDET	Nicolas	COF
...

Schéma : Equipes (dossard Int , nomCoureur string , prénomCoureur string , #codeEquipe string)

relation Étapes

numéroEtape	villeDépart	villeArrivée	km
1	Nice	Nice	156
2	Nice	Nice	185
3	Nice	Sisteron	198

numéroEtape	villeDépart	villeArrivée	km
4	Sisteron	Orcières-Merlette	160
5	Gap	Privas	198
...

Schéma : Étapes (numéroEtape Int , villeDépart String , villeArrivée String , km Int)

relation Temps

dossard	numéroEtape	tempsRéalisé
41	2	04:55:27
121	4	04:07:47
11	5	04:21:22
122	5	04:21:22
41	4	04:08:24
...

Schéma : Temps (#dossard Int , #numéroEtape Int , tempsRéalisé String)

Remarquez que la clé primaire de cette relation est le couple dossard-numéroEtape.

Représentation graphique

