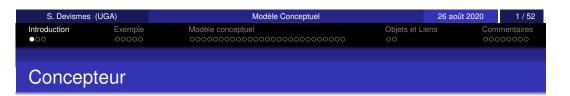
Bases de Données : Modèle Conceptuel

Stéphane Devismes

Université Grenoble Alpes

26 août 2020



- Interrogation : point de vue utilisateur, i.e. consultation des données uniquement.
- Transactions : point de vue gestionnaire, i.e. modification des données (c'est-à-dire, les lignes des tables).
- Ocnception : point de vue concepteur, i.e. création et modification du schéma de la base de données (c'est-à-dire, les tables et leurs colonnes, et les contraintes entre elles).

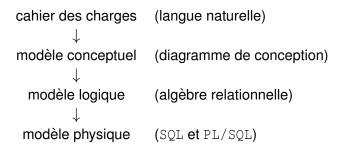
Le concepteur s'occupe donc de la structure de la base de données.



- Introduction
- 2 Exemple
- Modèle conceptuel
- Objets et Liens
- Commentaires



La démarche générale mise en place par la méthode MERISE (dès 1975).



Remarque : Le point le plus délicat est le passage du cahier des charges au modèle conceptuel. S'il est bien fait, la suite peut être (presque entièrement) automatisée.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 4 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 5 / 50

Diagramme de Conception

Le modèle conceptuel consiste en un diagramme appelé diagramme de conception.

Il existe de nombreuses variantes pour ces diagrammes.

- Les diagrammes entité/association ont été utilisés par la méthode MERISE,
- ensuite les diagrammes de classes, qui avaient été développés pour la programmation orientée objet (UML1 vers 1995, UML2 vers 2005), ont été enrichis et adaptés aux bases de données.

Dans ce cours nous présentons les diagrammes de classes UML (avec quelques ajouts inspirés des diagrammes entité/association).



Question. Est-ce qu'un « emprunt » signifie bien l'emprunt d'un livre par un adhérent?

Réponse. Oui.

Question. Est-ce qu'on veut conserver l'historique de tous les

emprunts ou seulement les emprunts en cours?

Réponse. Seulement les emprunts en cours.

Question. Comment un livre est-il identifié dans la bibliothèque?

Réponse. Chaque livre a un numéro qui l'identifie.

Bibliothèque

Exemple

Introduction

Une association qui possède une petite bibliothèque vous demande de : créer une base de données pour gérer les emprunts.

Obiets et Liens

La première chose à faire est de préciser le cahier des charges en discutant (**interview**), par exemple, avec le responsable de la bibliothèque.



Question. Est-ce que ce numéro est l'**ISBN** (International Standard Book Number)?

Réponse. Non, c'est un **numéro interne** à notre bibliothèque. Il peut y avoir plusieurs livres (exemplaires) avec le même ISBN.

Question. Donc, il serait bon de distinguer les livres (objets

 \ll concrets \gg) des œuvres (\ll abstraites \gg) : chaque livre

(« concret ») est un exemplaire d'une oeuvre

(« abstraite »), les livres sont identifiés par leur numéro

« interne » et les œuvres par leur ISBN : d'accord ?

Réponse. Oui. Par exemple, l'œuvre de titre « Les Trois mousquetaires » a pour auteur « Alexandre Dumas » et pour ISBN « 978-2211080521 ».

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 9 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 10 / 5

Cahier des charges / interviews (3/4)

Question. Est-il vrai que chaque œuvre a un titre et un auteur? Réponse. Oui et Non. Chaque œuvre a un titre, mais elle peut avoir plusieurs auteurs, ou même aucun auteur connu.

Question. Un auteur a **un nom et un prénom**, peut-on supposer

que cela l'identifie?

Réponse. Oui, bien que cela pose un problème pour les Alexandre

Dumas ...

Question. Que sait-on sur les adhérents?

Réponse. Pour chaque adhérent de la bibliothèque on connaît

son nom, son prénom, son adresse et son numéro

d'adhérent, qui l'identifie.

S. Devismes (UGA)		Modèle Conceptuel		26 août 2020	11 / 52
Introduction 000	Exemple 00000	Modèle conceptuel ◆○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○	Objets et Li		mentaires 00000
Diagram	nmes de	alaaaa			

Diagrammes	Mathématiques		
classe	ensemble		
sous-classe	sous-ensemble		
héritage exclusif complet	partition		
association	relation		
objet	élément		
lien	couple (ou <i>n</i> -uplet) en relation		

Cahier des charges / interviews (4/4)

Modèle conceptuel

Exemple

Introduction

Question. Est-ce qu'un adhérent peut emprunter autant de livres qu'il le souhaite?

Réponse. Un adhérent peut emprunter au plus 5 livres à la fois.

Il reste quelques points secondaires à discuter, par exemple :

Question. Y a-t-il au moins un livre pour chaque oeuvre de la base de données?

Réponse. De préférence oui, mais ce n'est pas très grave.

Question. Y a-t-il au moins un livre pour chaque auteur de la base de données?

Réponse. De préférence oui, mais ce n'est pas très grave.

Ce cahier des charges sera encore légèrement modifié et complété au fur et à mesure de la modélisation.



La situation à modéliser est composée d'objets (ou entités).

Une classe est un **ensemble d'objets** partageant certaines propriétés.

Remarque : en bases de données une classe est « simplement » un ensemble d'objets, contrairement aux langages orientés objet où une classe est « à la fois » une interface, une implémentation et un ensemble d'objets.

Une instance d'une classe C est un objet appartenant à C (un élément de l'ensemble C).

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 14 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 15 / 50

Attributs

Une classe a des attributs, qui associent à chaque objet de la classe certaines valeurs.

Les valeurs d'un attribut *A* sont des éléments d'un ensemble appelé le domaine de *A*.

Ce domaine doit être primitif (ou atomique) : Nombre, Chaine, ou Date.

Le fait que les domaines doivent être primitifs est dû aux contraintes de stockage des bases de données.



Remarques.

- Les **clés secondaires** ne sont pas représentées, elles peuvent être indiquées en commentaires.
- Contrairement aux diagrammes de classes pour la programmation, il n'y a pas de troisième partie pour les méthodes.
- Pour alléger, on omet souvent les domaines des attributs. Un dictionnaire de données peut être fourni pour définir les domaines et les contraintes des attributs.

Clés

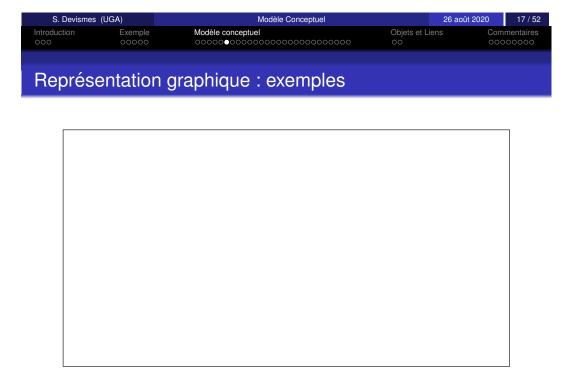
Un identifiant ou une clé K pour une classe C est un ensemble d'attributs de C

- dont les valeurs déterminent les valeurs de tous les attributs,
- et qui est **minimal** pour cette propriété : si on enlève un attribut à *K* alors cette propriété n'est plus vérifiée.

Chaque classe a une clé appelée clé primaire.

Aucun attribut d'une clé primaire ne peut être nul!

Parfois une classe a d'autres clés, appelées clés secondaires, qui jouent un rôle beaucoup moins important que la clé primaire.



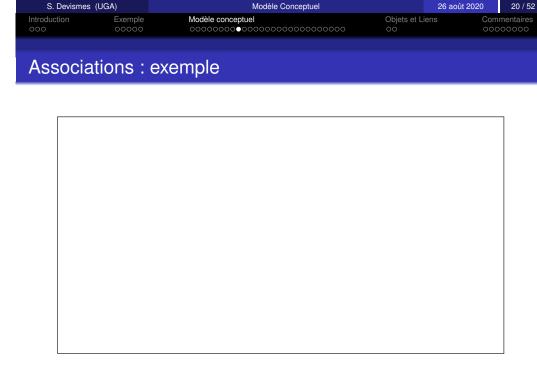
S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 18 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 19 / 52

Associations

Une association (« relationship ») est une « correspondance » entre deux classes.

Au sens mathématique, c'est une relation entre les deux classes, mais on évite le mot « relation » qui est déjà utilisé par ailleurs pour les bases de données.

Donc, une association S entre deux classes C_1 et C_2 est un **ensemble de couples** (e_1, e_2) avec $e_1 \in C_1$ et $e_2 \in C_2$.



Associations: représentation graphique

Modèle conceptuel

Exemple



Remarques.

Introduction

- If peut arriver que $C_1 = C_2$, la ligne est alors une boucle.
- Il existe aussi des associations entre n classes pour n > 2, mais on ne les considère pas ici.
- Souvent », à la lecture d'un cahier des charges, les classes correspondent aux noms et les associations aux verbes.



La cardinalité d'une association S entre C_1 et C_2 est formée d'un intervalle I_1 de $\mathbb N$ du côté de C_1 et d'un intervalle I_2 de $\mathbb N$ du côté de C_2 , notés

- sous la forme n...m pour $\{n,...,m\}$ avec n < m, avec m = * s'il n'y a pas de limite supérieure,
- ou sous la forme n pour $\{n\}$.

Signification:

- tout objet de C_1 est lié à n_2 objets de C_2 pour un $n_2 \in I_2$,
- tout objet de C_2 est lié à n_1 objets de C_1 pour un $n_1 \in I_1$.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 22 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 23 / 52

Cardinalités: représentation graphique

Cardinalités: mono/multi (1/2)

Modèle conceptuel

Exemple

Remarques.

 Les cardinalités les plus courantes sont 0..*, 1..*, 0..1, 1. On note aussi * pour 0..*.

 Les cardinalités 0..1 et 1 sont appelées mono et les cardinalités 0..*, 1..*, 0..x et 1..x, avec x > 1, sont appelées multi. Donc une association peut être mono-mono (rare), ou multi-mono, ou multi-multi.

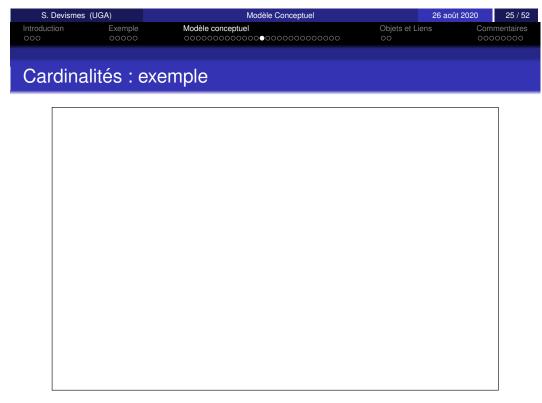


Remarques.

• Le cas multi-mono, avec l_1 multi et l_2 mono, signifie que chaque $e_1 \in C_1$ est associé à au plus un $e_2 \in C_2$.

Au sens mathématique, c'est une fonction partielle de C_1 vers C_2 si I_2 est 0..1 et c'est une fonction totale de C_1 vers C_2 si I_2 est 1.

 Lorsqu'on hésite entre deux cardinalités il vaut mieux, en général, choisir la moins contraignante : choisir 0..* plutôt que 1..*, et choisir 0..1 plutôt que 1.

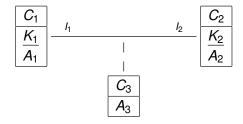


S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 26 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 27 /

Modèle conceptuel

Classes-associations

Une classe-association est une association qui de plus se comporte comme une classe : elle a des attributs et elle peut être associée à d'autres classes.



Remarque.

 Une classe-association n'a pas besoin d'identifiant : chaque objet de la classe C_3 est identifié par le couple (c_1, c_2) d'objets qu'il relie (avec c_1 dans C_1 et c_2 dans C_2).

Donc l'identifiant de C_3 est formé de l'identifiant de C_1 et de l'identifiant de C_2 .



Classes-associations: exemple mono-multi (rare) (2/2)

On souhaite maintenant noter la date de l'emprunt.

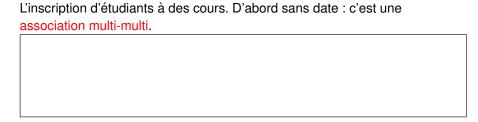
L'association « a emprunté » devient une classe-association Emprunts avec un attribut dateE.

Rappel : pas de clé primaire pour Emprunts, chaque emprunt est identifié par le livre

et l'adhérent. Cependant la cardinalité 0..1 du côté des Adhérents permet de simplifier : chaque emprunt est déterminé par le livre emprunté (cf. cours 7). S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020

Introduction Modèle conceptuel Obiets et Liens

Classes-associations: exemple multi-multi (1/2)



Puis avec une date d'inscription : c'est une classe-association. Chaque inscription est identifiée par l'étudiant ET le cours, la date d'inscription est un autre attribut.



Classes faibles

Une classe faible est une classe C_2 qui dépend d'une autre classe C_1 pour déterminer son identifiant.

La classe faible C_2 est associée à la classe C_1 par une association S avec toujours une cardinalité 1 du côté de C_1 , donc on **l'omet.**

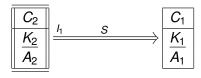
Dans ce cas on dit que l'association S est une référence de C_2 vers C_1 .

Puisque tout objet de C_2 est lié à exactement un objet de C_1 , il est inutile de répéter dans C_2 les attributs de C_1 .

Les attributs soulignés dans C_2 forment le complément d'identifiant de C_2 : du point de vue logique l'identifiant de C_2 est formé de l'identifiant de C_1 auquel on ajoute ce complément d'identifiant.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020

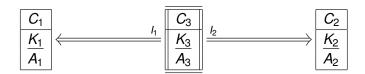
Classes faibles: représentation graphique





Une classe faible C_3 peut faire référence à deux classes C_1 , C_2 (ou même plus).

Alors l'identifiant de C_3 est formé de l'identifiant de C_1 plus l'identifiant de C_2 plus le complément d'identifiant de C_3 .



Classes faibles : exemple

Modification du cahier des charges :

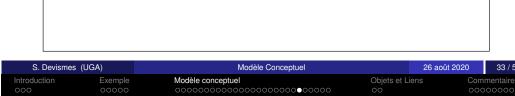
Les livres sont placés dans des salles situées dans plusieurs bâtiments.

Chaque bâtiment est **identifié par son nom** et chaque salle par **son numéro** dans le bâtiment.

On ajoute une classe Batiment, avec un attribut nomB qui forme sa clé primaire.

On ajoute une **classe faible** Salle, qui fait référence à Batiment, avec un attribut numS qui est son complément de clé primaire.

Une association multi-mono entre Livre et Salle dit où chaque livre doit être rangé.



Héritage

Lorsque C_2 est un sous-ensemble de C_1 , on dit que C_2 est une sous-classe de C_1 et que C_1 est une sur-classe (ou super-classe) de C_2 .

On dit aussi que l'inclusion $C_2 \subseteq C_1$ est un héritage.

Du point de vue orienté objet, c'est un héritage de type « est-un » (« is-a »).

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 34 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 35 / 52

Héritage : cardinalité et attributs

La cardinalité est toujours 1 du côté de la classe-parent C_1 , donc on **l'omet.**

De plus la cardinalité est toujours 0..1 du côté de la classe-enfant C_2 , donc on **l'omet.**

Seuls les attributs qui apparaissent dans la classe C_2 sont ceux (s'il y en a) qui ne figurent pas dans C_1 .

Il n'y a pas d'attribut souligné dans C_2 , car l'identifiant de C_2 est celui de C_1 .

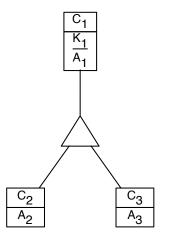


Soit C une classe, et soient $C_1, ..., C_k$ des sous-classes de C qui forment une partition de C: alors on dit que $C_1, ..., C_k$ forment un héritage exclusif et complet de C:

- exclusif car les C_i sont deux-à-deux disjointes,
- complet car l'union des C_i est C.

Sur le diagramme, on note { exclusif et complet } en toutes lettres à côté du triangle.







Si $C_1,...,C_k$ forment un héritage exclusif mais incomplet de C, alors on regroupe les flèches sous un seul triangle et on note $\{$ exclusif $\}$.

Dans le cas d'un héritage exclusif, il suffit d'ajouter une sous-classe C_{k+1} formée de tous les « autres » objets de C, c'est-à-dire ceux qui ne sont dans aucun des C_i , pour obtenir un héritage exclusif et complet de C.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 38 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 39 / 52

Introduction Modèle conceptuel Objets et Liens

Héritage : exemple

Modification du cahier des charges :

• On distingue les oeuvres pour enfants des oeuvres pour adultes. Pour chaque oeuvre pour enfants on indique un âge minimal de lecture conseillé.

Une classe OeuvreEnfants est ajoutée, elle hérite de la classe Oeuvre, et elle a pour attribut supplémentaire âgeMin.



Exemple

La différence de sémantique entre les 2 diagrammes de classe suivants se voit bien sur des diagrammes d'objets : celui de gauche est interdit, alors que celui de droite est autorisé.

Représentation graphique

Exemple

Introduction

On peut associer à chaque diagramme de classes plusieurs diagrammes d'objets. C'est utile en particulier pour tester un diagramme de classes.

Modèle conceptuel

Une classe C représente un ensemble d'objets, encore noté C.

Une association S entre deux classes C_1 et C_2 est un ensemble de couples (o_1, o_2) avec $o_1 \in C_1$ et $o_2 \in C_2$, on dit alors que S relie les deux objets o_1 et o_2 , ou forme un lien entre o_1 et o_2 .

Objets et Liens

Le diagramme d'objets est formé d'un rectangle pour chaque objet et d'un trait pour chaque lien, avec des conventions de notation proches des diagrammes de classes.

On peut aussi dessiner (sur un brouillon!) des diagrammes d'objets « allégés » pour faire des tests sans passer trop de temps au dessin.



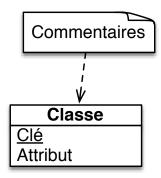
Tout le contenu du cahier des charges doit figurer dans le diagramme de conception (cela comprend des informations sous-entendues, comme le fait qu'une date de début doit être antérieure à une date de fin, etc).

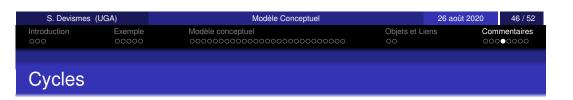
Toutes les informations qui ne peuvent pas être représentées avec les outils présentés jusqu'ici, ni avec leurs variantes, peut être ajoutées en commentaire.

Ces commentaires devront être pris en compte par le biais de contraintes dans le schéma des tables SOL, ou de triggers, ou encore (le cas échéant) par le programme qui « attaque » la base lors de l'intégration.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 43 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020

Représentation graphique





Lorsqu'on voit apparaître un cycle dans un diagramme, il faut se demander s'il y a une forme de redondance associée.

- S'il n'y a aucune redondance, on ne change rien.
- S'il y a une association redondante dans le cycle on la supprime.
- S'il y a une forme de redondance plus subtile, on peut l'indique par un commentaire rattaché à toutes les associations qui forment le cycle.

Clés secondaires

Introduction

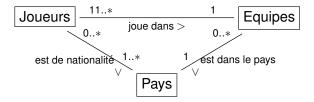
Lorsqu'une classe *C* a plusieurs identifiants, l'un d'eux est choisi comme clé primaire, c'est celui qui est souligné.

Modèle conceptuel

Les autres sont des clés secondaires et peuvent être indiquées grâce à un commentaire rattaché à la classe *C*.

0000000



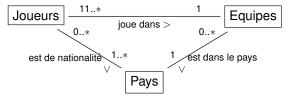


La cardinalité 1..* pour l'association « est de nationalité » signifie qu'un joueur peut avoir **plusieurs nationalités (au moins une)**.

Pour une compétition de clubs : Le cycle ne comporte aucune redondance car la nationalité d'un joueur n'a pas de rapport avec le pays dans lequel est son équipe.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 48 / 52 S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 49 / 52

Cycle: exemple ternaire (2/3)



La cardinalité 1..* pour l'association « est de nationalité » signifie qu'un joueur peut avoir **plusieurs nationalités (au moins une)**.

Pour une compétition entre nations (version simplifiée): On suppose qu'un joueur ne peut avoir qu'une nationalité (cardinalité 1 au lieu de 1..* pour l'association « est de nationalité »). Alors il y a de la redondance.

On supprime l'association « est de nationalité » car cette information est obtenue à partir de « joue dans » et de « est dans le pays ».



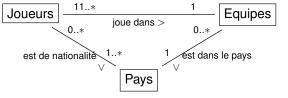
Sportifs 3..* participe à > 1..* Epreuves 3 est médaillé à > 0..*

Il y a donc un cycle de longueur 2.

Il n'y a pas de redondance, mais il y a une contrainte : pour espérer gagner une médaille à une épreuve, un sportif doit participer à cette épreuve!

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 52 / 52

Cycle: exemple ternaire (3/3)



La cardinalité 1...* pour l'association « est de nationalité » signifie qu'un joueur peut avoir **plusieurs nationalités (au moins une)**.

Pour une compétition entre nations (version réaliste) : Il y a encore de la redondance, car un joueur doit avoir la nationalité correspondant au pays dans lequel est son équipe.

Cependant, puisque le joueur peut aussi avoir d'autres nationalités, on ne peut pas supprimer l'association \ll est de nationalité \gg .

Dans ce cas on peut ajouter cette contrainte sous forme de commentaire, relié aux 3 associations.

S. Devismes (UGA) Modèle Conceptuel 26 août 2020 51 / 52