

XII. Bases de données

1 Modèle entité-association

Définition 1. Le modèle de bases de données entité-association consiste à représenter des données en définissant :

- des entités qui représentent des objets réels ou virtuels dont les propriétés sont nommées attributs.
- des associations qui consistent à créer un lien entre deux entités.

Remarque 1. Le modèle de base de données entité-association permet de représenter simplement l'information contenue dans des phrases du type « Martin Scorsese a réalisé Taxi Driver » ou « Winona Ryder a joué dans Dracula ».

Exemple 1. Modèle de données cinéma.

- Dracula de Francis Ford Coppola en 1992 avec Gary Oldman et Winona Ryder.
- Taxi Driver de Martin Scorsese en 1976 avec Robert De Niro.
- Le Parrain II de Francis Ford Coppola en 1974 avec Al Pacino et Robert De Niro.

On distingue les entités de type Film, Réalisateur et Acteur avec leurs attributs ainsi que leurs associations :

Films

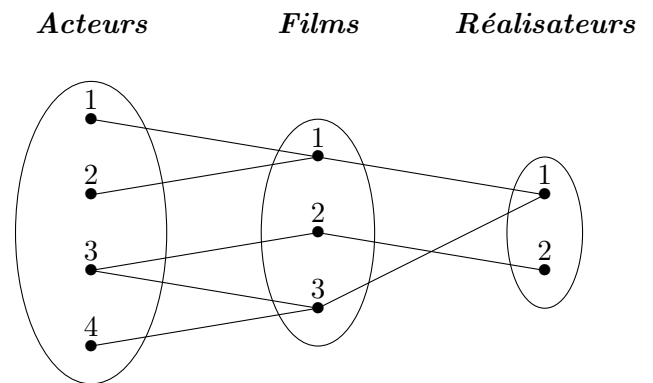
Identifiant	Titre	Année
1	Dracula	1992
2	Taxi Driver	1976
3	Le Parrain II	1974

Réalisateurs

Identifiant	Prénom	Nom
1	Francis Ford	Coppola
2	Martin	Scorsese

Acteurs

Identifiant	Prénom	Nom
1	Gary	Oldman
2	Winona	Ryder
3	Robert	De Niro
4	Al	Pacino



Exercice 1. Proposer un modèle de données entité-association pour un cabinet médical permettant de traiter une information du type « Le docteur Hippocrate a reçu M.Argan en consultation le 1er avril à 10h00 dans la salle 3 ».

2 Modèle relationnel

Définition 2. Le modèle de bases de données relationnel consiste à représenter des données en définissant des tables caractérisées par des attributs qui correspondent aux noms des colonnes.

Remarque 2. Le modèle de base de données relationnel permet de représenter de la même façon les entités et associations du modèle entité-association.

Exemple 2. Modèle de données cinéma.

IdFilm	Titre	Année
1	Dracula	1992
2	Taxi Driver	1976
3	Le Parrain II	1974

IdRéalisateur	Prénom	Nom
1	Francis Ford	Coppola
2	Martin	Scorsese

IdActeur	Prénom	Nom
1	Gary	Oldman
2	Winona	Ryder
3	Robert	De Niro
4	Al	Pacino

IdRôle	IdActeur	IdFilm	Personnage
1	1	1	Dracula
2	2	1	Mina Murray
3	3	2	Travis Bickle
4	3	3	Vito Corleone
5	4	3	Michael Corleone

IdRéalisation	IdRéalisateur	IdFilm
1	1	1
2	1	3
3	2	2

Définition 3.

- L'identifiant d'une table est appelé clé primaire.
- Un attribut d'une table qui est la clé primaire d'une autre table est appelé clé étrangère.
- L'ensemble des valeurs d'un attribut est appelé son domaine.
- Une ligne d'une table est appelée un n-uplet.

Exercice 2. Proposer un modèle de données relationnel pour un cabinet médical permettant de traiter une information du type « Le docteur Hippocrate a reçu M.Argan en consultation le 1er avril à 10h00 dans la salle 3 ».

3 Algèbre ensembliste

Définition 4. Étant donnés deux ensembles A et B , on définit :

- l'union de A et B : $A \cup B = \{x/x \in A \text{ ou } x \in B\}$.
- l'intersection de A et B : $A \cap B = \{x/x \in A \text{ et } x \in B\}$.
- la différence de A et B : $A \setminus B = \{x \in A/x \notin B\}$.
- le produit cartésien de A et B : $A \times B = \{(x;y)/x \in A \text{ et } y \in B\}$.

Exercice 3. On considère deux tables de relations \mathcal{R}_1 et \mathcal{R}_2 d'attributs (A_1, A_2, A_3) :

\mathcal{R}_1	A_1	A_2	A_3
	2	b	h
	1	a	a
	4	u	v
	7	q	r
	1	c	d

\mathcal{R}_2	A_1	A_2	A_3
	3	a	b
	4	u	v
	2	b	h
	2	s	l

Déterminer $\mathcal{R}_1 \cup \mathcal{R}_2$, $\mathcal{R}_1 \cap \mathcal{R}_2$ et $\mathcal{R}_2 \setminus \mathcal{R}_1$.

Exercice 4. On considère deux tables de relations \mathcal{R}_1 et \mathcal{R}_2 d'attributs respectifs (A_1, A_2, A_3) et (B_1, B_2) :

\mathcal{R}_1	A_1	A_2	A_3
	2	b	h
	1	a	a
	4	u	v

\mathcal{R}_2	B_1	B_2
	3	a
	4	u

Déterminer $\mathcal{R}_1 \times \mathcal{R}_2$.

4 Algèbre relationnelle

Définition 5. On définit deux opérateurs sur les tables de relations :

- La projection qui permet de ne conserver que les colonnes souhaitées d'une table de relations, on note $\pi_A(\mathcal{R})$ la table obtenue en sélectionnant les colonnes d'attributs appartenant à A de la table de relations \mathcal{R} .
- La sélection qui permet de ne conserver que les lignes vérifiant une condition donnée d'une table de relation, on note $\sigma_C(\mathcal{R})$ la table obtenue en sélectionnant les lignes de la table de relations \mathcal{R} vérifiant la condition C .

Exemple 3.

\mathcal{R}	A_1	A_2	A_3
	2	b	h
	1	a	a
	4	u	v
	7	q	r
	1	c	d

$\pi_{A_1, A_3}(\mathcal{R})$	A_1	A_3
	2	h
	1	a
	4	v
	7	r
	1	d

$\sigma_{A_1=1 \text{ OU } A_3=v}(\mathcal{R})$	A_1	A_2	A_3
	1	a	a
	4	u	v
	1	c	d

Exercice 5. On considère la table de relations \mathcal{R} de l'exemple 3, déterminer $\sigma_{NON(A_1=1)}(\mathcal{R})$, $\pi_{A_1, A_3}(\sigma_{A_2=a}(\mathcal{R}))$ et $\pi_{A_1}(\sigma_{A_2=A_3}(\mathcal{R}))$.

Exercice 6. On considère le modèle de données cinéma de l'exemple 2, traduire un utilisant les opérateurs de projection et de sélection les requêtes suivantes :

- « Quels sont les titres des films sortis en 1976 ? »
- « Quel est l'identifiant d'acteur de Robert De Niro ? »

Définition 6. On définit la jointure de deux tables de relations \mathcal{R}_1 et \mathcal{R}_2 suivant la condition C par :

$$\mathcal{R}_1 \bowtie_C \mathcal{R}_2 = \sigma_C(\mathcal{R}_1 \times \mathcal{R}_2)$$

Exemple 4.

\mathcal{R}_1	A_1	A_2
	2	b
	1	a

\mathcal{R}_2	B_1	B_2
	1	c
	2	d

$\mathcal{R}_1 \bowtie_{A_1=B_1} \mathcal{R}_2$	A_1	A_2	B_1	B_2
	2	b	2	d
	1	a	1	c

Exercice 7. On considère le modèle de données cinéma de l'exemple 2.

1. Déterminer les jointures suivantes :

- Acteurs $\bowtie_{Acteurs.IdActeur=Rôles.IdActeur}$ Rôles.
- (Rôles $\bowtie_{Rôles.IdActeur=Acteurs.IdActeur}$ Acteurs) $\bowtie_{Rôles.IdFilm=Films.IdFilm}$ Films.

2. Traduire un utilisant les opérateurs de projection, de sélection et de jointure les requêtes suivantes :

- « Quels sont les personnages joués par Robert De Niro ? »
- « Quels sont les titres des films réalisés par Francis Ford Coppola ? »

Exercices supplémentaires

Exercice 8. Proposer un modèle de données entité-association pour un centre de formation permettant de traiter une information du type « Mme Pitart-Vergniolles a reçu un cours d'Informatique par le professeur Turing le 1er avril à 10h00 dans la salle 3 ».

Convertir ce modèle en un modèle de données relationnel.

Exercice 9. On considère deux tables de relations \mathcal{R}_1 et \mathcal{R}_3 d'attributs respectifs (A_1, A_2) et (A_1, A_2, A_3, A_4) :

\mathcal{R}_1	A_1	A_2
	2	b
	1	a

\mathcal{R}_3	A_1	A_2	A_3	A_4
	2	b	a	3
	1	a	z	1
	1	b	z	1
	2	b	t	2
	1	a	t	2
	2	b	z	1

Déterminer la plus grande table de relations \mathcal{R}_2 telle que $\mathcal{R}_1 \times \mathcal{R}_2 \subset \mathcal{R}_3$.

Exercice 10. On considère une table de relations \mathcal{R}_1 munie d'une clé primaire Id_1 de domaine $\llbracket 1; m \rrbracket$ ainsi qu'une table de relations \mathcal{R}_2 munie d'une clé primaire Id_2 de domaine $\llbracket 1; n \rrbracket$.

Comment peut-on définir pour $\mathcal{R}_3 = \mathcal{R}_1 \times \mathcal{R}_2$ une clé primaire Id_3 de domaine $\llbracket 1; mn \rrbracket$ à partir de Id_1 et Id_2 ?

Exercice 11. On considère un modèle de données relationnel pour une bibliothèque comprenant les tables :

- Lecteurs : $IdLecteur$, Prénom, Nom, Adresse, Date de naissance
- Livres : $IdLivre$, $IdAuteur$, Titre
- Auteurs : $IdAuteur$, Prénom, Nom
- Prêts : $IdPrêt$, $IdLecteur$, $IdLivre$, Date

Traduire un utilisant les opérateurs de projection, de sélection et de jointure les requêtes suivantes :

- « Quels sont les titres des livres ayant été prêtés ? »
- « Quels sont les titres des livres écrits par Victor Hugo que prête la bibliothèque ? »
- « Quels sont les noms des lecteurs ayant emprunté un livre écrit par Victor Hugo ? »

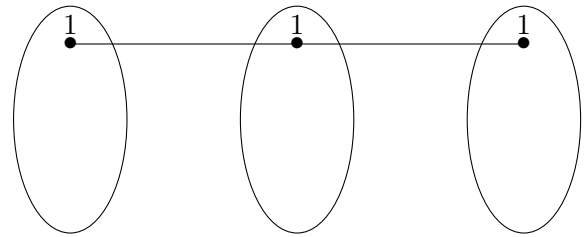
Exercice 12. Exprimer la table de relations \mathcal{R}_2 de l'exercice 9 à partir des tables de relations \mathcal{R}_1 et \mathcal{R}_3 en utilisant les opérateurs produit cartésien, différence et projection.

Réponses

Consultations

Identifiant	Date	Heure	Lieu
1	1er avril	10h00	Salle 3

Patients Consultations Médecins



Médecins

1)

Identifiant	Nom
1	Hippocrate

Patients

Identifiant	Nom
1	Argan

2)

IdMédecin	Nom
1	Hippocrate

IdPatient	Nom
1	Argan

Consultations

IdConsultation	IdMédecin	IdPatient	Date	Heure	Lieu
1	1	1	1er avril	10h00	Salle 3

3)

$\mathcal{R}_1 \cup \mathcal{R}_2$	A_1	A_2	A_3	$\mathcal{R}_1 \cap \mathcal{R}_2$	A_1	A_2	A_3	$\mathcal{R}_2 \setminus \mathcal{R}_1$	A_1	A_2	A_3
	2	b	h		4	u	v		3	a	b
	1	a	a		2	b	h		2	s	l
	4	u	v								
	7	q	r								
	1	c	d								
	3	a	b								
	2	s	l								

4)

$\mathcal{R}_1 \times \mathcal{R}_2$	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2
	2	b	h	3	a
	2	b	h	4	u
	1	a	a	3	a
	1	a	a	4	u
	4	u	v	3	a
	4	u	v	4	u

5)

$\sigma_{\text{NON}(A_1=1)}(\mathcal{R})$	A_1	A_2	A_3	$\pi_{A_1, A_3}(\sigma_{A_2=a}(\mathcal{R}))$	A_1	A_3	$\pi_{A_1}(\sigma_{A_2=A_3}(\mathcal{R}))$	A_1
	2	b	h		1	a		1
	4	u	v					
	7	q	r					

6) $\pi_{\text{Titre}}(\sigma_{\text{Année}=1976}(\text{Films}))$ et $\pi_{\text{IdActeur}}(\sigma_{\text{Prénom}=\text{Robert}} \text{ ET } \text{Nom}=\text{DeNiro}}(\text{Acteurs}))$.

7) Acteurs \bowtie Rôles

IdActeur	Prénom	Nom	IdRôle	IdActeur	IdFilm	Personnage
1	Gary	Oldman	1	1	1	Dracula
2	Winona	Ryder	2	2	1	Mina Murray
3	Robert	De Niro	3	3	2	Travis Bickle
3	Robert	De Niro	4	3	3	Vito Corleone
4	Al	Pacino	5	4	3	Michael Corleone

Rôles \bowtie **Acteurs** \bowtie **Films**

IdRôle	IdActeur	IdFilm	Personnage	IdActeur	Prénom	Nom	IdFilm	Titre	Année
1	1	1	Dracula	1	Gary	Oldman	1	Dracula	1992
2	2	1	Mina Murray	2	Winona	Ryder	1	Dracula	1992
3	3	2	Travis Bickle	3	Robert	De Niro	2	Taxi Driver	1976
4	3	3	Vito Corleone	3	Robert	De Niro	3	Le Parrain II	1974
5	4	3	Michael Corleone	4	Al	Pacino	3	Le Parrain II	1974

- $\pi_{personnage}(Rôles \bowtie_{Rôles.IdActeur=Acteurs.IdActeur} \sigma_{Prénom=Robert \text{ ET } Nom=DeNiro}(Acteurs))$
- $\pi_{Titre}(Films \bowtie_{Films.IdFilm=Réalisations.IdFilm} Réalisations \bowtie_{Réalisations.IdRéalisateur=Réalisateurs.IdRéalisateur} \sigma_{Prénom=FrancisFord \text{ ET } Nom=Coppola}(Réalisateurs))$

Cours

Identifiant	Matière	Date	Heure	Lieu
1	Informatique	1er avril	10h00	Salle 3

Professeurs

Identifiant	Nom
1	Turing

Élèves

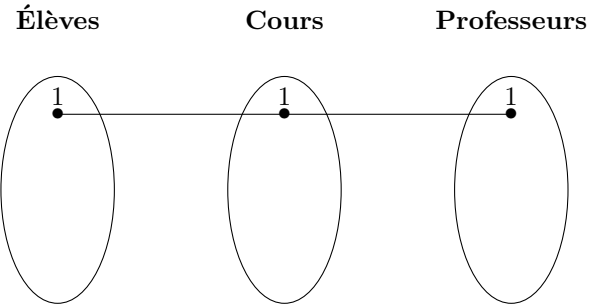
Identifiant	Nom
1	Pitart-Vergniolles

Professeurs	
IdProfesseur	Nom
1	Turing

Élèves	
IdÉlève	Nom
1	Pitart-Vergniolles

Cours

IdCours	IdProfesseur	IdÉlève	Matière	Date	Heure	Lieu
1	1	1	Informatique	1er avril	10h00	Salle 3



9) $\begin{array}{c|cc} \mathcal{R}_2 & A_3 & A_4 \\ \hline & z & 1 \\ & t & 2 \end{array}$

10) $Id_3 = Id_2 + n(Id_1 - 1)$.

- 11) - $\pi_{Titre}(Livres \bowtie_{Livres.IdLivre=Prêts.IdLivre} Prêts)$
 - $\pi_{Titre}(Livres \bowtie_{Livres.IdAuteur=Auteurs.IdAuteur} \sigma_{Prénom=Victor \text{ ET } Nom=Hugo}(Auteurs))$
 - $\pi_{Lecteurs.Nom}(Lecteurs \bowtie_{Lecteurs.IdLecteur=Prêts.IdLecteur} Prêts \bowtie_{Prêts.IdLivre=Livres.IdLivre} Livres \bowtie_{Livres.IdAuteur=Auteurs.IdAuteur} Auteurs)$
 $\sigma_{Prénom=Victor \text{ ET } Nom=Hugo}(Auteurs)$

12) $\pi_{A_3,A_4}((\mathcal{R}_3) \setminus \pi_{A_3,A_4}(\mathcal{R}_1 \times \pi_{A_3,A_4}(\mathcal{R}_3)) \setminus \mathcal{R}_3)$