

Chapitre 1

Conception

1.1 Interprétation de schémas entité/association

1.1.1 Centre médical

On vous donne un schéma E/A (figure 1.1) représentant des visites dans un centre médical. Répondez aux questions suivantes **en fonction des caractéristiques de ce schéma** (i.e. : indiquez si la situation décrite est représentable, indépendamment de sa vraisemblance).

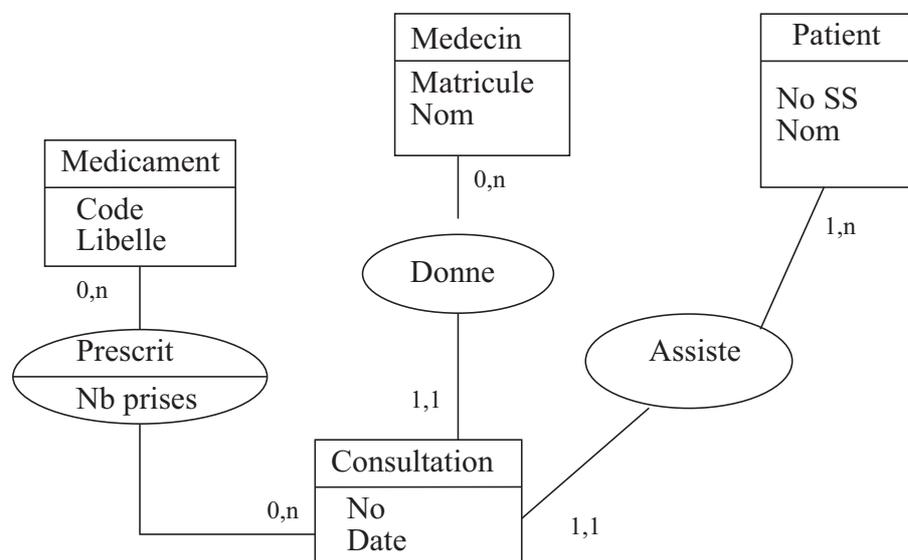


FIGURE 1.1 – Centre médical

Exercice A : Un patient peut-il effectuer plusieurs visites ?

Exercice B : Un médecin peut-il recevoir plusieurs patients dans la même consultation ?

Exercice C : Peut-on prescrire plusieurs médicaments dans une même consultation ?

Exercice D : Deux médecins différents peuvent-ils prescrire le même médicament ?

Solution :

1. *Bien sûr.*
2. *Non (un patient par consultation).*
3. *Oui.*
4. *Oui (pas de rapport entre un médecin et une consultation).*

1.1.2 Tournoi de tennis

Le second schéma (figure 1.2) représente des rencontres dans un tournoi de tennis.

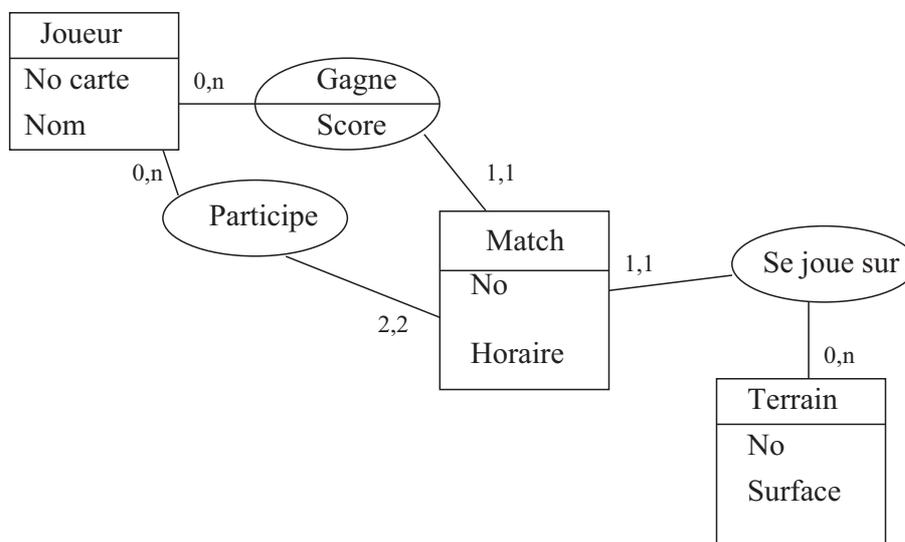


FIGURE 1.2 – Tournoi de tennis

Exercice A : Peut-on jouer des matchs de double ?

Exercice B : Un joueur peut-il gagner un match sans y avoir participé ?

Exercice C : Peut-il y avoir deux matchs sur le même terrain à la même heure ?

Solution :

1. *Non (cardinalité 2,2)*
2. *Oui (pas de lien participe / Gagne)*
3. *Oui (pas de contrainte sur l'horaire entre 2 matchs)*

1.1.3 Un journal

Pour vous entraîner : voici le schéma E/A (figure 1.3 du système d'information (très simplifié) d'un quotidien.

Exercice A : Un article peut-il être rédigé par plusieurs journalistes ?

Exercice B : Un article peut-il être publié plusieurs fois dans le même numéro ?

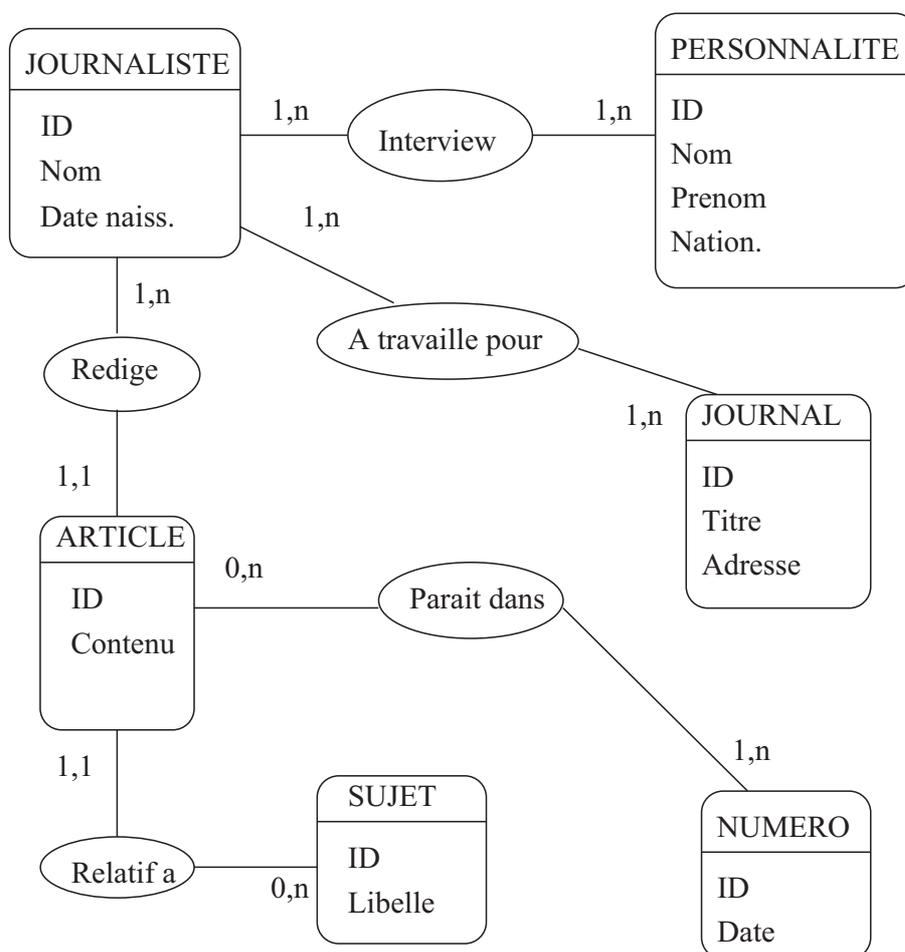


FIGURE 1.3 – Journal

Exercice C : Peut-il y avoir plusieurs articles sur le même sujet dans le même numéro ?

Solution :

1. Non (1,1)
2. Non (lien unique)
3. Oui (pas de lien d'unicité numéro / sujet)

1.2 Modèle relationnel (rappel cycle A)

Exercice A : Pour chacun des schémas E/A donnés précédemment, construire le schéma relationnel correspondant. Indiquez précisément :

- La clé primaire.
- Les clés étrangères.
- Les contraintes éventuelles.

Solution :

Exemple pour le centre médical :

- *Médicament (Code, Libellé)*
- *Consultation (ID-consultation, Matricule, No-SS, Date). Matricule et No-SS sont les clés étrangères*
- *Prescription (Code-médicament, ID-consultation, Nb-prises)*
- *Médecin (Matricule, Nom)*
- *Patient (No-SS, Nom)*

Exemple pour le tournoi de tennis :

- *Joueur(No-carte, Nom)*
- *Terrain(No-terrain, Surface)*
- *Match(No-match, Horaire, No-participant1, No-participant2, No-gagnant, Score, No-terrain). No-participant1, No-participant2, No-gagnant et No-terrain sont clés étrangères.*

Exemple pour le journal :

- *Journal(IDJournal, titre, adresse)*
- *Journaliste (IDJournaliste, Nom, DateNaissance)*
- *Personnalite (IDPersonnalite, Nom, Prénom, Nationalite)*
- *Interview (IDJournaliste, IDPersonnalite)*
- *Article (IDArticle, IDJournaliste, IDSujet, Contenu)*
- *Sujet (IDSujet, Libelle)*
- *Numéro (IDNumero, Date)*
- *ParaitDans (IDArticle, IDNuméro)*
- *Travail (IDJournaliste, IDJournal)*

Exercice B : Donnez la commande **Create Table** pour les tables *Consultation* et *Match*.

Solution :

Exemple pour la table Consultation :

Create Table Consultation

```
(Id-consultation  NUMBER(10),
Matricule        NUMBER(10),
NO-SS            NUMBER(10),
Date-consultation  DATE,
PRIMARY KEY (Id-consultation),
FOREIGN KEY Matricule REFERENCES Médecin,
FOREIGN KEY NO-SS REFERENCES Patient)
```

1.3 Rétro-conception

On trouve dans un SGBD relationnel les relations ci-dessous. Les clés primaires sont soulignées, mais pas les clés étrangères.

IMMEUBLE (Adresse, Nb-étages, Date-construction, Nom-Gérant)

APPART (Adresse, Numéro, Type, Superficie, Etage)

PERSONNE (Nom, Age, Code-Profession)

OCCUPANT (Adresse, Numéro-Appart, Nom-Occupant, Date-arrivée, Date-départ)

PROPRIÉTÉ (Adresse, Nom-Propriétaire, Quote-part)

TYPE-APPART (Code, Libellé)

PROFESSION (Code, Libellé)

Exercice A : Identifier les clés étrangères dans chaque relation.

Exercice B : Reconstruire le schéma E/A.

Exercice C : Existe-t-il des contraintes d'intégrité ? Lesquelles ?

Exercice D : Certaines données du schéma relationnel résultent-elles d'optimisation ?

Chapitre 2

Algèbre Relationnelle

2.1 Sélection et Projection

Soit la relation

PERSONNE		
Nom	Age	Ville
Marc	29	Paris
Catherine	32	Lyon
Sophie	54	Paris
Claude	13	Montpellier
Serge	40	Lyon

Exercice A : Donnez les résultats des requêtes suivantes :

Requête 1 : $\sigma_{Age=30}(PERSONNE)$ (sélection)

Requête 2 : $\pi_{Age}(PERSONNE)$ (projection)

Requête 3 : $\pi_{Age}(\sigma_{Nom='Serge'}(PERSONNE))$ (projection, sélection)

Exercice B : Exprimez les requêtes suivantes en algèbre relationnelle :

Requête 1 : les personnes (nom, âge, ville) qui habitent Paris.

Solution :

$\sigma_{Ville='Paris'}(PERSONNE)$

Requête 2 : les personnes (nom, âge, ville) qui ont moins de 30 ans.

Solution :

$\sigma_{Age < 30}(PERSONNE)$

Requête 3 : les villes dans la relation PERSONNE.

Solution :

$\pi_{Ville}(PERSONNE)$

Requête 4 : les noms des personnes habitant à Paris.

Solution :

$\pi_{Nom}(\sigma_{Ville='Paris'}(PERSONNE))$

2.2 Jointure relationnelle

Exercice A : Soient **R** et **S** les relations

R		S	
A	B	B	C
a	b	b	c
a	f	e	a
c	b	b	d
d	e	g	b

où les attributs A, B, C sont définis sur les domaines des lettres de l'alphabet.
Donnez le résultat des requêtes suivantes :

Requête 1 : $R \bowtie S$ (jointure naturelle).

Requête 2 : $\sigma_{A=C}(\rho_{B/B'}(R) \times S)$ (équi-jointure).

Requête 3 : $R \bowtie S = \pi_R(R \bowtie S)$ (semijoin).

Solution :

$R \bowtie S$			$\sigma_{A=C}(\rho_{B/B'}(R) \times S)$				$R \bowtie S$	
A	B	C	A	B'	B	C	A	B
a	b	c	a	b	e	a	a	b
a	b	d	a	f	e	a	c	b
c	b	c	c	b	b	c	d	e
c	b	d	d	e	b	d		
d	e	a						

Exercice B : Est-ce que les équations suivantes sont vraies ?

$$\pi_{A,B}(R \bowtie S) = R \quad (2.1)$$

$$\pi_{B,C}(R \bowtie S) = S \quad (2.2)$$

Solution :

NON :

$\pi_{A,B}(R \bowtie S)$		$\pi_{B,C}(R \bowtie S)$	
A	B	B	C
a	b	b	c
c	b	b	d
d	e	e	a

2.3 Auto-Jointure et Renommage

Soit **T**(A,B) une relation où A et B prennent leurs valeurs dans le même domaine. Supposons qu'on veuille construire une relation **TS** contenant les seuls n-uplets $\langle a, b \rangle$ tels que $\langle b, a \rangle$ est également un n-uplet de **T**. Par exemple :

T		TS	
A	B	A	B
a	b	a	b
a	c	a	c
c	a	c	a
c	d	b	a
b	a		
e	f		

Exprimez cette opération par une expression de l'algèbre relationnelle.

Solution :

Solution 1 :

1. On fait une copie de **T** dans $S(A,B)$ $S := T$
2. On renomme l'attribut A en A_1 et B en B_1 $S := \rho_{A/A_1, B/B_1}(S)$
3. S a maintenant pour schéma $S(A_1, B_1)$
4. Le résultat est $\mathbf{TS} = T \bowtie_{B=A_1 \wedge A=B_1} S$

Solution 2 :

$$\mathbf{TS} = T \cap \rho_{B/A, A/B}(\mathbf{T})$$

Chapitre 3

Algèbre - SQL : Employés - Départements

3.1 Schéma

Les exemples suivants sont tirés des sources de la société Oracle.

3.1.1 Relation des Employés (EMP)

EMP(ENO, ENOM, PROF, DATEEMB, SAL, COMM, DNO)

ENO : numéro d'employé, clé

ENOM : nom de l'employé

PROF : profession (directeur n'est pas une profession)

DATEEMB : date d'embauche

SAL : salaire

COMM : commission (un employé peut ne pas avoir de commission)

DNO : numéro de département auquel appartient l'employé

3.1.2 Relation des Départements (DEPT)

DEPT(DNO, DNOM, DIR, VILLE)

DNO : numéro de département, clé

DNOM : nom du département

DIR : directeur du département

VILLE : lieu du département (ville)

3.2 Opérations Algébriques

Soit l'exemple suivant :

	ENO	ENOM	PROF	DATEEMB	SAL	COMM	DNO
EMP	10	Joe	Ingénieur	1.10.93	4000	3000	3
	20	Jack	Technicien	1.5.88	3000	2000	2
	30	Jim	Vendeur	1.3.80	5000	5000	1
	40	Lucy	Ingénieur	1.3.80	5000	5000	3

	DNO	DNOM	DIR	VILLE
DEPT	1	Commercial	30	New York
	2	Production	20	Houston
	3	Développement	40	Boston

Exercice A : Calculer $\sigma_{sal < 5000}(EMP)$.

Solution :

ENO	ENOM	PROF	DATEEMB	SAL	COMM	DNO
10	Joe	Ingénieur	1.10.93	4000	3000	3
20	Jack	Technicien	1.5.88	3000	2000	2

Exercice B : Calculer $EMPbis = \rho_{ENO/ENO'}(\pi_{ENO,COMM}(EMP))$

Solution :

	ENO'	COMM
EMPbis	10	3000
	20	2000
	30	5000
	40	5000

Exercice C : Calculer $\pi_{ENO,SAL}(EMP) \bowtie_{SAL=COMM} (EMPbis)$

Solution :

ENO	SAL	ENO'	COMM'
20	3000	10	3000
30	5000	30	5000
40	5000	40	5000
30	5000	40	5000
40	5000	30	5000

Exercice D : Exprimer par une phrase ce qu'on obtient en évaluant les requêtes précédentes.

Solution :

- Expression 1 : on obtient les employés dont le salaire est inférieur à 5000.
- Expression 2 : on obtient le numéro et la commission des employés.
- Expression 3 : on obtient les couples de numéros d'employés dont le premier a un salaire qui est égal à la commission du deuxième.

Exercice E : Quelle est l'expression de l'algèbre relationnelle qui permettrait d'obtenir le nom et la profession de l'employé de numéro 10.

Solution :

$$\pi_{ENOM,PROF}(\sigma_{ENO=10}(EMP))$$

Exercice F : Idem pour la liste des noms des employés qui travaillent à New York.

Solution :

$$\pi_{ENOM}(EMP \bowtie (\sigma_{VILLE='NewYork'}(DEPT)))$$

Exercice G : Idem pour avoir le nom du directeur du département “Commercial”.

Solution :

$$\pi_{ENOM}(EMP \bowtie_{ENO=DIR} \pi_{DIR}(\sigma_{DNOM='Commercial'}(DEPT)))$$

3.3 Requêtes

- Exprimer les requêtes Q1 à Q18 à l’aide de l’algèbre relationnelle.
- Exprimer en SQL les requêtes Q1 à Q24.

3.3.1 Interrogation d’une seule Relation

Requête 1 : Donner tous les n-uplets de DEPT.

Solution :

Algèbre : $DEPT$

SQL :

```
SELECT * FROM DEPT;
```

Requête 2 : Donner tous les n-uplets de EMP.

Solution :

Algèbre : EMP

SQL :

```
SELECT * FROM EMP;
```

Requête 3 : Donner les noms et les salaires des employés.

Solution :

Algèbre : $\pi_{ENOM,SAL}(EMP)$

SQL :

```
SELECT ENOM, SAL
FROM EMP;
```

Requête 4 : Donner les professions des employés (après élimination des duplicats).

Solution :

Algèbre : $\pi_{PROF}(EMP)$

SQL :

```
SELECT DISTINCT PROF
FROM EMP;
```

Requête 5 : Donner les dates d’embauche des techniciens.

Solution :

Algèbre : $\pi_{DATEEMB}(\sigma_{PROF='TECHNICIEN'}(EMP))$

SQL :

```
SELECT DATEEMB
FROM EMP
WHERE PROF='TECHNICIEN';
```

3.3.2 Jointures

Requête 6 : Faire le produit cartésien entre EMP et DEPT.

Solution :

Algèbre : $EMP \times DEPT$

SQL :

```
SELECT *
  FROM EMP, DEPT;
```

Requête 7 : Donner les noms des employés et les noms de leur département.

Solution :

Algèbre : $\pi_{ENOM, DNOM}(EMP \bowtie DEPT)$

SQL :

```
SELECT ENOM, DNOM
  FROM EMP, DEPT
 WHERE EMP.DNO=DEPT.DNO;
```

Requête 8 : Donner les numéros des employés travaillant à BOSTON.

Solution :

Algèbre : $\pi_{ENO}(EMP \bowtie \sigma_{VILLE='BOSTON'}(DEPT))$

SQL :

```
SELECT ENO
  FROM EMP, DEPT
 WHERE EMP.DNO=DEPT.DNO AND VILLE='BOSTON';
```

Requête 9 : Donner les noms des directeurs des départements 1 et 3. Attention : directeur n'est pas une profession !

Solution :

Algèbre : $\pi_{ENOM}(\sigma_{DNO=1 \vee DNO=3}(DEPT) \bowtie_{DIR=ENO} EMP)$

SQL :

```
SELECT ENOM
  FROM EMP, DEPT
 WHERE (DEPT.DNO=1 OR DEPT.DNO=3) AND DIR = ENO;
```

ou

```
SELECT ENOM
  FROM EMP, DEPT
 WHERE DEPT.DNO IN (1, 3) AND DIR = ENO;
```

Requête 10 : Donner les noms des employés travaillant dans un département avec au moins un ingénieur.

Solution :

Algèbre :

$$R1 := \pi_{DNO}(\sigma_{PROF='INGENIEUR'}(EMP))$$

$$R2 := \pi_{ENOM}(EMP \bowtie R1)$$

SQL :

```
SELECT E2.ENOM
  FROM EMP E1, EMP E2
 WHERE E1.DNO = E2.DNO
       AND E1.PROF = 'INGÉNIEUR';
```

Requête 11 : Donner le salaire et le nom des employés gagnant plus qu'un (au moins un) ingénieur.

Solution :

Algèbre :

$$R1 := \rho_{SAL/SAL1}(\pi_{SAL}(\sigma_{PROF='INGENIEUR'}(EMP)))$$

$$R2 := \pi_{ENOM,SAL}(EMP \bowtie_{SAL>SAL1} R1)$$

SQL :

```
SELECT E1.ENOM, E1.SAL
FROM EMP E1, EMP E2
WHERE E2.PROF='INGENIEUR'
AND E1.SAL > E2.SAL;
```

ou

```
SELECT ENOM, SAL FROM EMP
WHERE SAL > ANY (SELECT SAL
FROM EMP
WHERE PROF='INGENIEUR');
```

Requête 12 : Donner le salaire et le nom des employés gagnant plus que **tous les ingénieurs**.

Solution :

SQL :

```
SELECT ENOM, SAL FROM EMP
WHERE SAL > ALL (SELECT SAL
FROM EMP
WHERE PROF='INGENIEUR');
```

Requête 13 : Donner les noms des employés et les noms de leurs directeurs.

Solution :

Algèbre :

$$R1 := \rho_{ENOM/DIRNOM}(\pi_{ENOM,DNO}(EMP \bowtie_{ENO=DIR} DEPT))$$

$$R2 := \pi_{ENOM,DNO}EMP$$

$$R3 := \pi_{ENOM,DIRNOM}(R1 \bowtie R2)$$

- $R1(DIRNOM,DNO)$: les départements avec les noms de leur directeur
- $R2(ENOM,DNO)$: les employés avec les numéros de leur département
- $R3(ENOM,DIRNOM)$: les employés ($ENOM$) avec les noms de leur directeur

SQL :

```
SELECT E1.ENOM, E2.ENOM
FROM EMP E1, EMP E2, DEPT D
WHERE E1.DNO=D.DNO AND E2.ENO = D.DIR;
```

Requête 14 : Trouver les noms des employés ayant le même directeur que JIM. Attention : un employé peut être directeur de plusieurs départements.

Solution :

Algèbre :

$$R1 := \pi_{DIR}(\sigma_{ENOM='JIM'}(EMP) \bowtie DEPT)$$

$$R2 := DEPT \bowtie R1$$

$$R3 := \pi_{ENOM}(\sigma_{ENOM<>'JIM'}(EMP) \bowtie R2)$$

- $R1(DIR)$: le numéro du directeur de JIM