

Algèbre relationnelle

IDL BD7



STÉPHANE CROZAT

Table des matières

Introduction	3
I - Cours	4
A. Opérateurs fondamentaux : projection, restriction et jointure.....	4
1. Introduction.....	4
2. Employés et départements.....	5
3. Projection.....	5
4. Restriction.....	6
5. Produit.....	6
6. Jointure.....	7
7. Exercice.....	8
B. Opérateurs complémentaires.....	9
1. Jointure naturelle.....	9
2. Jointure externe.....	9
3. Opérateurs ensemblistes.....	10
4. Division.....	11
5. Proposition de notations.....	12
6. Exercice.....	14
7. Opérateurs de base et additionnels.....	14
II - Exercices	15
A. Faire du Cinéma.....	15
B. Quiz : Algèbre relationnelle.....	16
C. Le retour des écoliers.....	18
III - Devoirs	21
A. Inviter ses amis.....	21
Index	22

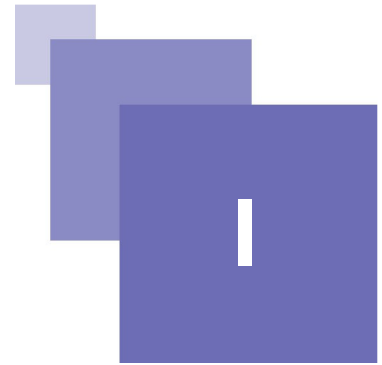
Introduction



Temps de travail estimé : 3h00

- Cours : 1h00
- Exercices : 1h30
- Devoir : 0h30

Cours



A. Opérateurs fondamentaux : projection, restriction et jointure

Objectifs

Connaître et savoir utiliser les opérateurs relationnels de projection, restriction, produit et jointure.

1. Introduction

La représentation d'information sous forme relationnelle est intéressante car les fondements mathématiques du relationnel, outre qu'ils permettent une modélisation logique simple et puissante, fournissent également un ensemble de concepts pour manipuler formellement l'information ainsi modélisée.

Ainsi une algèbre relationnelle, sous forme d'un ensemble d'opérations formelles, permet d'exprimer des questions, ou requêtes, posées à une représentation relationnelle, sous forme d'expressions algébriques.

L'algèbre relationnelle est composée par les cinq opérateurs de base et les trois opérateurs additionnels suivants :

- **Opérateurs de base**
 - Union
 - Différence
 - Projection
 - Restriction
 - Produit cartésien
- **Opérateurs additionnels**
 - Intersection
 - Jointure
 - Division

Fondamental: Algèbre relationnelle et SQL

Les questions formulées en algèbre relationnelle sont la base des questions formulées en SQL pour interroger une base de données relationnelle.

2. Employés et départements

[30 minutes]

Soit les deux relations EMP et DEPT ci-après.

1	EMP (#ENO, ENOM, PROF, SAL, COMM, DNO=>DEPT(DNO))
2	DEPT (#DNO, DNOM, DIR=>EMP(ENO), VILLE)

- ENO : numéro d'employé, clé
- ENOM : nom de l'employé
- PROF : profession (directeur n'est pas une profession)
- SAL : salaire
- COMM : commission (un employé peut ne pas avoir de commission)
- DNO : numéro de département auquel appartient l'employé
- DNO : numéro de département, clé
- DNOM : nom du département
- DIR : numéro d'employé du directeur du département
- VILLE : lieu du département (ville)

Écrire en algèbre relationnelle les requêtes permettant d'obtenir les informations suivantes.

Question 1

Lister les employés ayant des revenus supérieurs à 10.000 euros.

Question 2

Trouver le nom et la profession de l'employé numéro 10.

Question 3

Lister les noms des employés qui travaillent à Paris.

Question 4

Trouver le nom du directeur du département *Commercial*.

Question 5

Trouver les professions des directeurs des départements.

Question 6

Trouver le nom des directeurs de département ayant comme profession *Ingénieur*.

3. Projection

Définition : Projection

La projection est une opération unaire (c'est à dire portant sur une seule relation). La projection de R1 sur une partie de ses attributs {A1, A2, ...} produit une relation R2 dont le schéma est restreint aux attributs mentionnés en opérande, comportant les mêmes tuples que R1, et dont les doublons sont éliminés.

Remarque : Élimination des doublons

Après suppression d'une partie des attributs du schéma, la relation peut comporter des doublons. Étant donné que l'on ne pourrait plus identifier ces doublons les uns par rapport aux autres, la seule solution sensée est donc de considérer que deux doublons sont équivalents, et donc de n'en garder qu'un seul dans la relation résultante.

Exemple

Soit la relation suivante :

1 Personne (#Nom, Prénom, Age)

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30

Tableau 1 Personne

Soit l'opération suivante :

1 R = Projection (Personne, Nom, Age)

On obtient alors la relation R composée des tuples suivants :

Dupont	20
Durand	30

Tableau 2 R

4. Restriction

Définition : Restriction

La restriction est une opération unaire (c'est à dire portant sur une seule relation). La restriction de R1, étant donnée une condition C, produit une relation R2 de même schéma que R1 et dont les tuples sont les tuples de R1 vérifiant la condition C.

Exemple

Soit la relation suivante :

1 Personne (#Nom, Prénom, Age)

Soit les tuples suivants :

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30

Tableau 3 Personne

Soit l'opération suivante :

1 R = Restriction (Personne, Age>25)

On obtient alors la relation R composée de l'unique tuple restant suivant :

Durand	Jean	30
--------	------	----

Tableau 4 R

5. Produit

Définition : Produit cartésien

Le produit cartésien est une opération binaire (c'est à dire portant sur deux relations). Le produit de R1 par R2 (équivalent au produit de R2 par R1) produit une relation R3 ayant pour

schéma la juxtaposition de ceux des relations R1 et R2 et pour tuples l'ensemble des combinaisons possibles entre les tuples de R1 et ceux de R2.

Synonymes : Produit

Remarque

Le nombre de tuples résultant du produit de R1 par R2 est égal au nombre de tuples de R1 **fois** le nombre de tuples de R2.

Remarque

Le nombre de colonne du produit de R1 par R2 est égal au nombre de colonne de R1 **plus** le nombre de colonnes de R2.

Exemple

Soit les deux relations suivantes :

- | | |
|---|---------------------------|
| 1 | Homme (#Nom, Prénom, Age) |
| 2 | Voiture (#Type, #Marque) |

Soit les tuples suivants pour ces deux relations respectivement :

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30

Tableau 5 Homme

Tesla	Model X
Citroën	2 CV

Tableau 6 Voiture

Soit l'opération suivante :

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | R = Produit (Homme, Voiture) |
|---|------------------------------|

On obtient alors la relation R composée des tuples suivants :

Dupont	Pierre	20	Tesla	Model X
Dupont	Pierre	20	Citroën	2 CV
Durand	Jean	30	Tesla	Model X
Durand	Jean	30	Citroën	2 CV

Tableau 7 R

Remarque

Le produit cartésien est rarement utilisé seul, mais il est à la base de la jointure.

6. Jointure

Définition : Jointure

La jointure est une opération binaire (c'est à dire portant sur deux relations). La jointure de R1 et R2, étant donné une condition C portant sur des attributs de R1 et de R2, **de même domaine**, produit une relation R3 ayant pour schéma la juxtaposition de ceux des relations R1 et R2 et pour tuples l'ensemble de ceux obtenus par concaténation des tuples de R1 et de R2, et qui vérifient la condition C.

Exemple

Soit les deux relations suivantes :

- 1 Homme (#Nom, Prénom, Age)
- 2 Voiture (#Type, #Marque, Propriétaire)

Soit les tuples suivants pour ces deux relations respectivement :

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30

Tableau 8 Homme

Tesla	Model X	Dupont
Citroën	2 CV	Durand
Citroën	3 CV	Dupont

Tableau 9 Voiture

Soit l'opération suivante :

- 1 R = Jointure (Homme, Voiture, Homme.Nom=Voiture.Propriétaire)

On obtient alors la relation R composée des tuples suivants :

Dupont	Pierre	20	Tesla	Model X	Dupont
Dupont	Pierre	20	Citroën	3 CV	Dupont
Durand	Jean	30	Citroën	2 CV	Durand

Tableau 10 R

- 1 (Dupont, Pierre, 20, Dupont, Georges, 1)
- 2 (Dupont, Pierre, 20, Dupont, Jacques, 3)

Fondamental

La jointure est l'opération qui permet de rassembler les informations séparées entre plusieurs tables et référencées par des clés étrangères.

Remarque : Opération additionnelle

La jointure n'est pas une opération de base, elle peut être réécrite en combinant le produit et la restriction.

7. Exercice

Quelles sont les expressions relationnelles équivalentes à :

- 1 Projection (Jointure (R1, R2, R1.A1=R2.A1), R1.A1, R2.A2)

- ☐ Jointure (Projection(R1, A1), Projection(R2, A2), R1.A1=R2.A1)
- ☐ Projection (Jointure (R2, R1, R2.A1=R1.A1), R1.A1, R2.A2)
- ☐ Projection (Restriction (Produit(R1, R2), R1.A1=R2.A1), R1.A1, R2.A2)
- ☐ Produit (R1, R2, R1.A1=R2.A1, R1.A1, R2.A2)

B. Opérateurs complémentaires

Objectifs

Maîtriser l'algèbre relationnelle.

1. Jointure naturelle

Définition : Jointure naturelle

La jointure naturelle entre R_1 et R_2 est une jointure pour laquelle la condition est l'égalité entre les attributs de même nom de R_1 et de R_2 . Il est donc inutile de spécifier la condition dans une jointure naturelle, elle reste toujours implicite.

Exemple

Soit deux relations $R_1 (A, B, C)$ et $R_2 (A, D)$, l'opération $\text{Jointure}(R_1, R_2, R_1.A = R_2.A)$ est équivalente à l'opération $\text{JointureNaturelle}(R_1, R_2)$.

Remarque

Pour appliquer une jointure naturelle, il faut que les deux relations opérandes aient au moins un attribut ayant le même nom en commun.

2. Jointure externe

Introduction

La jointure est une opération qui entraîne la perte de certains tuples : ceux qui appartiennent à une des deux relations opérandes et qui n'ont pas de correspondance dans l'autre relation. Il est nécessaire dans certains cas de palier cette lacune, et l'on introduit pour cela la notion de jointure externe.

Définition : Jointure externe

La jointure externe entre R_1 et R_2 est une jointure qui produit une relation R_3 à laquelle on ajoute les tuples de R_1 et de R_2 exclus par la jointure, en complétant avec des valeurs nulles pour les attributs de l'autre relation.

Définition : Jointure externe gauche

La jointure externe gauche entre R_1 et R_2 est une jointure externe pour laquelle on ajoute seulement les tuples de R_1 (c'est à dire la relation de gauche) ayant été exclus.

Synonymes : Jointure gauche

Définition : Jointure externe droite

La jointure externe droite entre R_1 et R_2 est une jointure externe pour laquelle on ajoute seulement les tuples de R_2 (c'est à dire la relation de droite) ayant été exclus.

Bien entendu une jointure externe droite peut être réécrite par une jointure externe gauche (et réciproquement) en substituant les relations opérandes R_1 et R_2 .

Synonymes : Jointure droite

Exemple

Soit les deux relations suivantes :

- 1 Homme (#Nom, Prénom, Age)
- 2 Voiture (#Type, #Marque, Propriétaire)

Soit les tuples suivants pour ces deux relations respectivement :

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30
Martin	Georges	40

Tableau 11 Homme

Tesla	Model X	Dupont
Citroën	2 CV	Durand
Citroën	3 CV	NULL

Tableau 12 Voiture

Soit l'opération suivante :

- 1 $R = \text{JointureExterne}(\text{Homme}, \text{Voiture}, \text{Homme.Nom}=\text{Voiture.Propriétaire})$

On obtient alors la relation R composée des tuples suivants :

Dupont	Pierre	20	Tesla	Model X	Dupont
Durand	Jean	30	Citroën	2 CV	Durand
Martin	Georges	40	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	Citroën	3 CV	NULL

Tableau 13 R

Une jointure externe gauche n'aurait renvoyé que les trois premiers tuples et une jointure externe droite n'aurait renvoyé que les deux premiers et le dernier tuple.

3. Opérateurs ensemblistes

Attention

Les opérateurs ensemblistes sont des relations binaires (c'est à dire entre deux relations) portant sur des relations de même schéma.

Définition : Union

L'union de deux relations R1 et R2 de même schéma produit une relation R3 de même schéma constituée de l'ensemble des tuples appartenant à R1 et/ou à R2.

Définition : Différence

La différence entre deux relations R1 et R2 de même schéma produit une relation R3 de même schéma constituée de l'ensemble des tuples de R1 n'appartenant pas à R2. Notons que la différence entre R1 et R2 n'est pas égale à la différence entre R2 et R1.

Définition : Intersection

L'intersection de deux relations R1 et R2 de même schéma produit une relation R3 de même schéma constituée de l'ensemble des tuples appartenant à la fois à R1 et à R2. Notons que

l'intersection n'est pas une opération de base, car elle est équivalent à deux opérations de différence successives.

Exemple

Soit les deux relations suivantes :

1	Homme (#Nom, Prénom, Age)
2	Femme (#Nom, Prénom, Age)

Soit les tuples suivants pour ces deux relations respectivement :

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30

Tableau 14 Homme

Martin	Isabelle	24
Blanc	Hélène	25

Tableau 15 Femme

Soit l'opération suivante :

1	R = Union (Homme, Femme)
---	--------------------------

On obtient alors la relation R composée des tuples suivants :

Dupont	Pierre	20
Durand	Jean	30
Martin	Isabelle	24
Blanc	Hélène	25

Tableau 16 R

La différence entre Homme et Femme (respectivement entre Femme et Homme) renvoie la relation Homme (respectivement Femme), car aucun tuple n'est commun aux deux relations. L'intersection entre Homme et Femme est vide, pour la même raison.

Remarque : Union externe

Il est possible de définir une opération d'union externe, qui permet de réaliser l'union de deux relations de schéma différent, en ramenant les relations aux mêmes schémas, et en les complétant avec des valeurs nulles.

4. Division

Définition : Division

La division est une opération binaire (c'est à dire portant sur deux relations). La division de R1 par R2, sachant que R1 et R2 ont au moins un attribut commun (c'est à dire de même nom et de même domaine), produit une relation R3 qui comporte les attributs appartenant à R1 mais n'appartenant pas à R2 et l'ensemble des tuples qui concaténés à ceux de R2 donnent toujours un tuple de R1.

Exemple

Soit les deux relations suivantes :

1	Pratique (#Homme, #Métier, Salaire)
---	-------------------------------------

2 Métier (#Métier)

Soit les tuples suivants pour ces deux relations respectivement :

Dupont	Ingénieur	35
Durand	Professeur	40
Dupont	Ingénieur	45
Martin	Ingénieur	50

Tableau 17 Pratique

Ingénieur
Professeur

Tableau 18 Métier

Soit l'opération suivante :

1 $R = \text{Division} (\text{Homme}, \text{Métier})$

On obtient alors la relation R composée des tuples suivants :

Dupont	35
--------	----

Tableau 19 R

Méthode : Réponse aux questions : Pour tous les ...

La division permet de répondre aux questions du type : "Donnez toutes les personnes qui pratiquent tous les métiers de la relation métier".

Remarque : Opération supplémentaire

La division n'est pas une opération de base, elle peut être réécrite en combinant le produit, la restriction et la différence.

5. Proposition de notations

Introduction

Il existe plusieurs syntaxes pour écrire des opérations d'algèbre relationnelle, certaines inspirées de l'algèbre classiques, d'autres reposant sur des notations graphiques. Nous proposons une notation fonctionnelle qui a le mérite d'être facile à écrire et d'être lisible. Si cette notation peut parfois perdre en simplicité, lorsqu'elle concerne un nombre élevé d'opérateurs, il est possible de décomposer une opération compliquée afin de l'alléger.

Syntaxe

```

1 R = Union (R1, R2)
2 R = Différence (R1, R2)
3 R = Intersection (R1, R2)
4 R = Projection (R1, A1, A2, ...)
5 R = Restriction (R1, condition)
6 R = Produit (R1, R2)
7 R = Jointure (R1, R2, condition)
8 R = JointureNaturelle (R1, R2)
9 R = JointureExterne (R1, R2, condition)
10 R = JointureGauche (R1, R2, condition)
11 R = JointureDroite (R1, R2, condition)
12 R = Division (R1, R2)
```


Exemple : Notation synthétique

```
1 R = Projection(Restiction(R1, A1=1 AND A2=2), A3)
```

Exemple : Notation décomposée

```
1 R' = Restriction(R1, A1=1 AND A2=2)
2 R = Projection (R', A3)
```

6. Exercice

Soit les deux relations R1 et R2 suivantes, définies en extension :

A	B
1	A
2	B
3	C

Tableau 20 R1

A
1
2

Tableau 21 R2

Combien de tuples renvoie l'opération relationnelle suivante ?

```
1 R3 = JointureNaturelle (Intersection (Projection(R1,A), R2), R2)
```

7. Opérateurs de base et additionnels

Réécrivez les opérateurs additionnels suivants, à partir d'opérateurs de base :

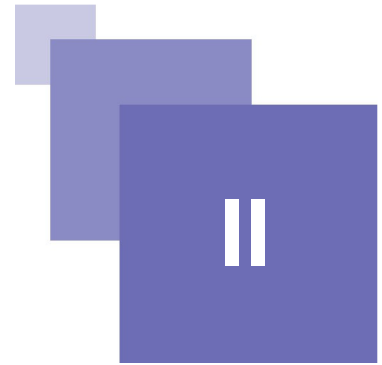
Question 1

Réécrivez Intersection à partir de Différence

Question 2

Réécrivez Jointure à partir de Produit et Restriction

Exercices



A. Faire du Cinéma

[30 minutes]

On considère les deux relations suivantes :

1	FILMS (titre, pays, année, réalisateur, durée)
2	ACTEURS (titre, acteur)

où les attributs ont les significations et les types suivants :

- **titre** : titre d'un film (chaîne 50 caractères)
- **pays** : pays d'où un film est originaire (chaîne 10 caractères)
- **annee** : année de sortie du film (entier 4 chiffres)
- **realisateur** : nom du réalisateur du film (chaîne 20 caractères)
- **duree** : durée du film en minutes (entier 3 chiffres)
- **acteur** : nom d'acteur (chaîne 20 caractères)

La relation **FILMS** donne pour chaque film, identifié par son titre, le pays, l'année de sortie, réalisateur et la durée.

La relation **ACTEURS** donne pour chaque film l'ensemble des principaux acteurs.

À l'aide de l'algèbre relationnelle, exprimer les requêtes suivantes :

Question 1

Lister les films français (titre, année, réalisateur).

Question 2

Donnez les années de sortie des films dans lesquels l'acteur Jean GABIN a joué.

Question 3

Trouver les acteurs qui ont tourné avec François Truffaut comme réalisateur.

Question 4

Trouver tous les acteurs qui ont été partenaires de l'actrice Catherine Deneuve.

Question 5

Lister les films dans lesquels le réalisateur est aussi acteur.

Question 6

Lister les réalisateurs n'ayant joué comme acteurs que dans des films qu'ils ne réalisaient pas eux-mêmes.

Question 7

Lister les réalisateurs ayant joué comme acteurs dans des films qu'ils ne réalisaient pas eux-mêmes.

Question 8

Donnez les acteurs qui jouent dans tous les films de François TRUFFAUT.

B. Quiz : Algèbre relationnelle

Exercice 1

Quelles sont les opérations relationnelles, qui appliquées sur les relations instanciées ci-dessous, renvoient un ensemble non nul de tuples ?

Num	Nom	Famille
1	Ours	Mammifère
2	Truite	Poisson
3	Homme	Mammifère
4	Martin-pêcheur	Oiseau

Tableau 22 Animal

Num	Nom
1	Forêt
2	Montagne
3	Ciel
4	Rivière
5	Mer

Tableau 23 Environnement

Animal	Environnement
1	1
1	2
1	4
2	4
4	3

Tableau 24 Habiter

Mangeur	Mangé	Fréquence
1	2	Souvent
1	3	Rarement
1	4	Rarement
4	2	Souvent
3	1	Rarement
3	2	Souvent

Tableau 25 Manger

<input type="checkbox"/>	Restriction(Projection (Animal, Nom, Famille), Famille='Mammifère')
<input type="checkbox"/>	Restriction(Jointure(Jointure (Animal, Habiter, Animal.Num=Habiter.Animal), Environnement, Environnement.Num=Habiter.Environnement), Animal.Num='3')
<input type="checkbox"/>	Restriction(JointureExterneGauche(Animal, Habiter, Animal.Num=Habiter.Animal), Animal.Nom='Homme')
<input type="checkbox"/>	Jointure(Animal, Manger, Animal.Num=Manger.Mangeur AND Animal.Num=Manger.Mangé)

Exercice 2

Soit le schéma relationnel :

1	R1 (X, Y)
2	R2 (X, Y)

Quelles sont les opérations relationnelles équivalentes à l'opération :

1	Projection(JointureNaturelle(R1,R2), R1.X)
---	---

<input type="checkbox"/>	JointureNaturelle(Projection(R1, X), Projection(R2, X))
<input type="checkbox"/>	Projection(Selection (Produit(R1, R2), R1.X=R2.X AND R1.Y=R2.Y), R1.X)
<input type="checkbox"/>	Projection(Union(R1, R2), R1.X)
<input type="checkbox"/>	Projection(JointureExterne (R1, R2, R1.X=R2.X AND R1.Y=R2.Y), R1.X)
<input type="checkbox"/>	Projection(Jointure (R1, R2, R1.X=R2.X AND R1.Y=R2.Y), R1.X)

Exercice 3

Soit la relation instanciée suivante :

A	B	C
1	1	0
1	0	1
0	1	1

Tableau 26 Relation R1

Quelles relations sont retournées par l'opération relationnelle suivante :

1	R2 = JointureNaturelle(R1, R1)
---	--------------------------------

1	1	0
1	0	1
0	1	1

Tableau 27 R2a

1	1	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0
1	0	1
0	1	1

Tableau 28 R2b

1	1	1
0	0	0

Tableau 29 R2c

1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	1

Tableau 30 R2d

<input type="checkbox"/>	R2a
<input type="checkbox"/>	R2b
<input type="checkbox"/>	R2c
<input type="checkbox"/>	R2d
<input type="checkbox"/>	Une relation vide (aucun tuple)

C. Le retour des écoliers

[45 minutes]

Soit le schéma relationnel suivant :

1	IMMEUBLE (#ADI, NBETAGES, DATEC, PROP)
2	APPIM (#ADI, #NAPR, OCCUP, TYPE, SUPER, ETAGE)
3	PERSONNE (#NOM, AGE, PROF, ADR, NAPR)
4	ÉCOLE (#NOME, ADEC, DIR)
5	CLASSE (#NOME, #NCL, MAITRE)
6	ENFANT (#NOMP, #PRENOM, AN, NOME, NCL)

Avec la signification suivante :

- **Relation IMMEUBLE**

ADI : adresse d'immeuble, clé ; on fait l'hypothèse pour simplifier, que l'adresse identifie de manière unique un immeuble

NBETAGES : nombre d'étages d'un immeuble

DATEC : date de construction (année)

PROP : nom du propriétaire de l'immeuble qui est une personne

- **Relation APPIM (Appartement)**

ADI : adresse d'immeuble

NAPR : numéro d'appartement

OCCUP : occupant de l'appartement (nom de la personne ayant signé le contrat de location, éventuellement aucun)

TYPE : type de l'appartement (Studio, F2, ...)

SUPER : superficie de l'appartement

ETAGE : étage où se situe l'appartement

- **Relation PERSONNE**

NOM : nom de personne, clé ; on fait l'hypothèse pour simplifier, que ce nom est unique sur l'ensemble des personnes que l'on considère dans la base

AGE : âge de la personne

PROF : profession de la personne

ADR : adresse de la résidence d'une personne, il s'agit d'un immeuble

NAPR : numéro d'appartement

- **Relation ÉCOLE**

NOMECE : nom d'une école, clé

ADEC : adresse d'une école

DIR : nom du directeur

- **Relation CLASSE**

NOMECE : nom d'une école

NCL : nom de la classe, e.g., CP1, CE2, CE3, etc...

MAITRE : nom de l'instituteur

- **Relation ENFANT**

NOMP : nom de la personne responsable de l'enfant, clé e.g., père, mère etc...

PRENOM : prénom de l'enfant

AN : année de naissance

NOMECE : nom d'une école

NCL : nom de la classe

La relation IMMEUBLE décrit un ensemble d'immeubles. Chaque immeuble a un propriétaire. La relation APPIM décrit pour chaque immeuble l'ensemble des appartements qui le compose (il y a au minimum un appartement par immeuble). Chaque appartement peut héberger plusieurs personnes mais il y en a une qui est responsable (par exemple la personne qui a signé le contrat de location) et qui est désignée par l'attribut OCCUP. Si l'appartement est inoccupé, il prend la valeur NULL. La relation PERSONNE décrit un ensemble de personnes. ADR et NAPR représentent l'adresse où réside une personne. Une personne peut avoir plusieurs enfants décrits par la relation ENFANT. Pour simplifier, on ne considère que les enfants allant à l'école primaire. Les écoles et les classes sont décrites dans les relations ÉCOLE et CLASSE, chaque école est composée au minimum d'une classe et chaque classe est au moins fréquentée par un enfant.

Question 1

Donner l'adresse des immeubles ayant plus de 10 étages et construits avant 1970.

Question 2

Donner les noms des personnes qui habitent dans un immeuble dont ils sont propriétaires.

Question 3

Donner les noms des personnes qui ne sont pas propriétaires.

Question 4

Donner les adresses des immeubles possédés par des informaticiens dont l'âge est inférieur à 40 ans .

Question 5

Donner la liste des occupants (nom, âge, profession) des immeubles possédés par DUPONT.

Question 6

Donner le nom et la profession des propriétaires d'immeubles dans lesquels il y a des appartements vides.

Question 7

Donner les noms des maîtres qui habitent dans le même immeuble (à la même adresse) qu'au moins un de leurs élèves (on suppose que les enfants vivent sous le même toit que leur parents).

Question 8

Donner l'adresse de l'immeuble, la date de construction, le type d'appartement et l'étage où habitent chacun des maîtres des enfants de DUPONT.

21