



UNIVERSITÉ ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR
UFR DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DÉPARTEMENT INFORMATIQUE

CHAPITRE II

REQUÊTES AVANCÉES

ANNÉE ACADÉMIQUE : 2022 – 2023

FILIÈRE : INGÉNIERIE INFORMATIQUE

NIVEAU : LICENCE 3

SEMESTRE : 5

DR SERIGNE DIAGNE

PLAN DU COURS

Introduction

I. Operations dérivées

1. L'intersection
2. Le complément
3. La division
4. Le thème-jointure

II. Opérations supplémentaires

1. Les jointures externes
2. La semi-Jointure
3. L'éclatement
 - a. L'éclatement horizontal
 - b. L'éclatement vertical

III. Exercice d'application

INTRODUCTION

- L'algèbre relationnelle est une collection d'opérations formelles qui agissent sur des relations et produisent des relations en résultats ;
- C'est un ensemble d'opérations élémentaires associées au modèle relationnel ;
- À l'origine, les opérations étaient au nombre de **huit**, dont certaines peuvent être déduites à partir des autres :
 - ✓ Parmi elles il y a **six opérations** permettant de déduire les autres et qui sont appelées **opérations de base** ;
 - ✓ Les opérations déduites à partir d'autres opérations sont appelées **opérations dérivées** ;
 - ✓ À ces 8 opérations s'ajoutent quelques **opérations additionnelles** qui sont parfois utilisées dans l'écriture de requêtes en algèbre relationnelle.

INTRODUCTION

- Les opérations de base peuvent être classées en deux types :
 - ✓ Les opérations ensemblistes qui sont des opérations binaires, c'est-à-dire qu'à partir de deux relations elles en construisent une troisième :
 - l'**union** ;
 - la **différence** ;
 - le **produit cartésien** ;
 - ✓ Les opérations spécifiques sont :
 - les opérations unaires :
 - la **projection** ;
 - la **sélection**
 - l'opération binaire de **jointure**.

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 1. L'intersection

- L'intersection est une opération redondante avec les opérations de base en ce sens qu'il est possible de l'obtenir à partir de la différence ;
- La formule permettant de transformer l'intersection de deux relation en une succession de différences est la suivante :

$$\text{Relation}_1 \cap \text{Relation}_2 = \text{Relation}_1 - (\text{Relation}_1 - \text{Relation}_2)$$

- L'intersection étant commutative, on a également :

$$\text{Relation}_1 \cap \text{Relation}_2 = \text{Relation}_2 - (\text{Relation}_2 - \text{Relation}_1)$$

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 1. L'intersection

Exemple :

Soient T_1 et T_2 des relations de schéma (Numero, Date, Pays) avec les instances suivantes :

T_1		
Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
2	18/04/2023	Mali
3	15/08/2021	Gambie
4	30/03/2023	Guinée

T_2		
Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
3	15/08/2021	Gambie
5	16/12/2022	Mauritanie

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 1. L'intersection

$$T = T_1 \cap T_2$$

Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
3	15/08/2021	Gambie

$$T_2 = T_1 - T_2$$

Numero	Date	Pays
2	18/04/2023	Mali
4	30/03/2023	Guinée

$$T_4 = T_1 - T_2$$

Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
3	15/08/2021	Gambie

Alors,

✓ $T_4 = T$

✓ $T_1 - (T_1 - T_2) = T_1 \cap T_2$

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 2. Le complément

- Le complément est l'ensemble des tuples du produit cartésien des domaines des attributs d'une relation n'appartenant pas à cette relation ;
- C'est une opération peu utilisée du fait qu'elle permet de générer des tuples qui ne sont pas dans la base, en général très nombreux ;
- Le complément d'une relation Relation1 de schéma (A_1, A_2, \dots, A_n) est obtenu à partir du produit et de la différence comme suit :
 - $\text{Relation1} = (D_1 \times D_2 \times D_3 \times \dots \times D_n) - \text{Relation1}$

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 2. Le complément

Remarque :

Dans le domaine on ne considère que les valeurs déjà prises par des enregistrements appartenant à l'instance de la relation.

Exemple :

En considérant la table T_4 de la diapositive 7 ci-dessus, on a :

- ✓ Domaine de l'attribut **Numero** : $D_1 = \{1, 3\}$;
- ✓ Domaine de l'attribut **Date** : $D_2 = \{'25/03/2022', '15/08/2021'\}$;
- ✓ Domaine de l'attribut **Pays** : $D_3 = \{'Sénégal', 'Gambie'\}$;

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 2. Le complément

$$T_5 = D_1 \times D_2 \times D_3$$

Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
1	25/03/2022	Gambie
1	15/08/2021	Sénégal
1	15/08/2021	Gambie
3	25/03/2022	Sénégal
3	25/03/2022	Gambie
3	15/08/2022	Sénégal
3	15/08/2021	Gambie

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 2. Le complément

$$T_6 = T_5 - T_4$$

Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Gambie
1	15/08/2021	Sénégal
1	15/08/2021	Gambie
3	25/03/2022	Sénégal
3	25/03/2022	Gambie
3	15/08/2022	Sénégal

Son instance contient donc les enregistrements qui pouvaient appartenir à l'instance de T_4 , qui n'y sont pas et dont toutes valeurs sont déjà prises.

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 3. La division

- La division peut être réécrite en combinant le produit, la projection et la différence ;
- Si on a deux relation Tab_1 et Tab_2 avec les schémas (X, Y) et (Y) respectivement, alors la formule :

$$Tab_1 \div Tab_2 = \Pi_X(Tab_1) - \Pi_X((\Pi_X(Tab_1) \times Tab_2) - Tab_1)$$

Exemple :

Soient R_1 et R_2 de schémas respectifs $(Numero, Date, Pays)$, $(Numero, Pays)$ avec les instances suivantes :

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 3. La division

R_1

Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
2	18/04/2023	Mali
2	25/03/2022	Mali
4	15/08/2021	Gambie
4	25/03/2022	Gambie
4	18/04/2023	Gambie

R_2

Numero	Pays
1	Sénégal
2	Mali
4	Gambie

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 3. La division

$$R = R_1 \div R_2$$

Date

25/03/2022

➤ On a alors : $R_1 \div R_2 = \Pi_{\text{Date}}(R_1) - \Pi_{\text{Date}}((\Pi_{\text{Date}}(R_1) \times R_2) - R_1)$

➤ On pose les hypothèses suivantes :

✓ $R_3 = \Pi_{\text{Date}}(R_1) ;$

✓ $R_4 = R_3 \times R_2 ;$

✓ $R_5 = R_4 - R_1 ;$

✓ $R_6 = \Pi_{\text{Date}}(R_5) ;$

✓ $R_7 = R_3 - R_6.$

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 3. La division

Alors, on a les instances suivantes :

R_3

Date
25/03/2022
18/04/2023
15/08/2021

R_4

Numero	Pays	Date
1	Sénégal	25/03/2022
2	Mali	25/03/2022
4	Gambie	25/03/2022
1	Sénégal	18/04/2023
2	Mali	18/04/2023
4	Gambie	18/04/2023
1	Sénégal	15/08/2021
2	Mali	15/08/2021
4	Gambie	15/08/2021

R_5

Numero	Pays	Date
1	Sénégal	18/04/2023
1	Sénégal	15/08/2021
2	Mali	15/08/2021

R_6

Date
18/04/202
3
15/08/202
1

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 3. La division

Alors, $R_7 = R_3 - R_6$ a pour instance :

R_7	
Date	
25/03/2022	

Ainsi,

$$\checkmark R_7 = R$$

d'où,

$$\checkmark R_1 \div R_2 = \Pi_{\text{Date}}(R_1) - \Pi_{\text{Date}}((\Pi_{\text{Date}}(R_1) \times R_2) - R_1)$$

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 4. Le théta-jointure

- Le théta-jointure entre deux relations Relation_1 et Relation_2 est une opération binaire obtenue en appliquant une condition (comparaison de deux attributs) au résultat du produit de ces deux relations.
- La formule est la suivante :

$$\text{Relation}_1 \Theta_{\text{Condition}} \text{Relation}_2 = \text{Condition} \left(\text{Relation}_1 \times \text{Relation}_2 \right)$$

Exemple : Soient les tables Personne et voiture avec les instances suivantes :

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 4. Le théta-jointure

Personne

Numero	Nom	Prenom	Age
1	Suzuki	Yao	48
2	Ahmed	Moustapha	62
3	Ford	Jean Jacques	75

Voiture

Matricule	Marque	Annee
ZG 2154 A	Ford	2016
ZG 1987 A	Mercedes	2022
ZG 1452 A	Suzuki	2020

$$R = \text{Personne} \bowtie_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Voiture}$$

Numero	Nom	Prenom	Age	Matricule	Marque	Annee
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1452 A	Suzuki	2020
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 2154 A	Ford	2016

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 4. Le théta-jointure

$R_1 = \text{Personne} \times \text{Voiture}$

Numero	Nom	Prenom	Age	Matricule	Marque	Annee
1	Suzuki	Yao	48	ZG 2154 A	Ford	2016
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1987 A	Mercedes	2022
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1452 A	Suzuki	2020
2	Ahmed	Moustapha	62	ZG 2154 A	Ford	2016
2	Ahmed	Moustapha	62	ZG 1987 A	Mercedes	2022
2	Ahmed	Moustapha	62	ZG 1452 A	Suzuki	2020
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 2154 A	Ford	2016
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 1987 A	Mercedes	2022
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 1452 A	Suzuki	2020

I. OPÉRATIONS DÉRIVÉES

I. 4. Le théta-jointure

$$R_2 = \text{Personne} \bowtie_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Voiture}$$

Numero	Nom	Prenom	Age	Matricule	Marque	Annee
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1452 A	Suzuki	2020
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 2154 A	Ford	2016

Alors,

$$\checkmark R = R_2$$

d'où

$$\checkmark \text{Personne} \ominus_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Voiture} = \text{Personne} \bowtie_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Voiture}$$

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 1. Les jointures externes

- Une jointure perd des tuples d'au moins une relation quand les relations jointes n'ont pas de projections identiques sur l'attribut de jointure ;
- Pour préserver toutes les informations dans tous les cas, il est nécessaire de définir des jointures qui conservent les tuples sans correspondant ;
- Pour ces tuples, on associe des valeurs nulles à des attributs quand c'est nécessaire ;
- C'est dans ce but que les jointures externes sont introduites.

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 1. Les jointures externes

- C'est une opération générant une relation R_3 à partir de deux relations R_1 et R_2 par :
 - ✓ jointure de ces deux relations ;
 - ✓ ajout des tuples de R_1 et R_2 ne participant pas à la jointure avec des valeurs nulles pour les attributs de l'autre relation.
- Elle est représentée en général comme suit :

$R = \text{JOINTURE-EXTERNE}(R_1, R_2, \text{condition})$

$R = \text{EXTERNAL-JOIN}(R_1, R_2, \text{condition})$

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 1. Les jointures externes

- La jointure externe permet, par exemple, de joindre des tables Personne et Voiture en gardant :
 - les personnes dont le nom de famille ne coïncide avec aucune marque de voiture
 - les voiture dont la marque ne coïncide avec aucun nom de famille.
- Elle est donc en pratique très utile pour conserver l'intégralité des instances des deux tables.

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 1. Les jointures externes

Exemple :

La jointure externe entre Personne et Voiture sur la même condition a pour instance :

JOINTURE-EXTERNE (Personne, Voiture, Nom = Marque)

Numero	Nom	Prenom	Age	Matricule	Marque	Annee
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1452 A	Suzuki	2020
2	Ahmed	Moustapha	62	Null	Null	Null
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 2154 A	Ford	2016
Null	Null	Null	Null	ZG 1987 A	Mercedes	2022

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 1. Les jointures externes

Remarque :

- ✓ Il est possible de garder les tuples d'une des tables (de table de gauche) qui ne sont en relation avec aucun tuple de l'autre (table de droite) ;
- ✓ Dans ce cas, on ignore ceux de l'autre table (table de droite) qui ne sont en relation avec aucun tuple de la première (table de gauche) ;
- ✓ On parle alors de **jointure externe gauche** ou **jointure externe droite**.

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 1. Les jointures externes

Exemple :

JOINTURE-EXTERNE-GAUCHE (Personne, Voiture, Nom = Marque)

Numero	Nom	Prenom	Age	Matricule	Marque	Annee
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1452 A	Suzuki	2020
2	Ahmed	Moustapha	62	Null	Null	Null
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 2154 A	Ford	2016

JOINTURE-EXTERNE-DROITE (Personne, Voiture, Nom = Marque)

Numero	Nom	Prenom	Age	Matricule	Marque	Annee
1	Suzuki	Yao	48	ZG 1452 A	Suzuki	2020
3	Ford	Jean Jacques	75	ZG 2154 A	Ford	2016
Null	Null	Null	Null	ZG 1987 A	Mercedes	2022

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 2. La semi-jointure (Semi-Join)

- Dans certains cas, lors de l'exécution d'une jointure, il n'est pas nécessaire de conserver tous les attributs des deux relations en résultat ;
- Seuls les attributs d'une des deux relations sont conservés ;
- Une opération spécifique de semi-jointure, très utile permet de le faire ;
- C'est une opération portant sur deux relations R_1 et R_2 donnant en résultat les tuples de R_1 qui participent à la jointure des deux relations ;
- La semi-jointure de la relation R_1 par relation R_2 est notée :

$$R = \text{SEMI-JOINTURE} (R_1, R_2, \text{Condition})$$

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 2. La semi-jointure (Semi-Join)

- Elle est équivalente à la jointure des relations R_1 et R_2 suivie par une projection du résultat sur les attributs de la relation R_1 ;
- À noter que l'opération **n'est pas commutative** puisque seuls des tuples de la première relation sont conservés ;
- Elle peut être vue comme une restriction de la relation R_1 par les valeurs des attributs de jointure figurant dans la relation R_2 .

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 2. La semi-jointure (Semi-Join)

Exemple :

Semi-Join(Personne, Voiture, Nom = Marque)

Numero	Nom	Prenom	Age
1	Suzuki	Yao	48
3	Ford	Jean Jacques	75

Semi-Join(Voiture, Personne, Nom = Marque)

Matricule	Marque	Annee
ZG 1452 A	Suzuki	2020
ZG 2154 A	Ford	2016

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 2. La semi-jointure (Semi-Join)

Remarque :

- ✓ $\text{Personne SJ}_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Voiture} = \Pi_{\text{Personne}.*} (\text{Personne } \Theta_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Voiture})$
- ✓ $\text{Voiture SJ}_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Personne} = \Pi_{\text{Voiture}.*} (\text{Voiture } \Theta_{\text{Nom} = \text{Marque}} \text{Personne})$

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 3. L'éclatement

- L'éclatement est une opération qui n'appartient pas vraiment à l'algèbre relationnelle puisqu'il donne deux relations en résultats, à partir d'une ;
- Elle est cependant utile pour **partitionner** une relation en deux sous-relations ;
- À ce titre, elle est considérée comme une **extension** de l'algèbre relationnelle ;
- Il existe deux manières de partitionnement d'une relation :
 - ✓ L'éclatement horizontal ;
 - ✓ L'éclatement vertical

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 3. L'éclatement

II. 3. 1. L'éclatement horizontal

- C'est une opération consistant à créer deux relations à partir d'une relation :
 - ✓ La première contient les tuples de R vérifiant une condition de sélection ;
 - ✓ La deuxième ceux ne la vérifiant pas.
- Cette opération appliquée à la relation R génère donc deux relations R_1 et R_2 qui seraient obtenues par sélection comme suit:

$$R_1 = \text{SELECTION (R, Condition)}$$

$$R_2 = \text{SELECTION (R, } \neg(\text{Condition}))$$

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 3. L'éclatement

II. 3. 1. L'éclatement horizontal

Exemple :

Visite

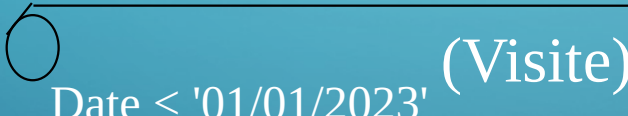
Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
2	18/04/2023	Mali
3	15/08/2021	Gambie
4	30/03/2023	Guinée
5	16/12/2022	Mauritanie

II. AUTRES OPÉRATIONS

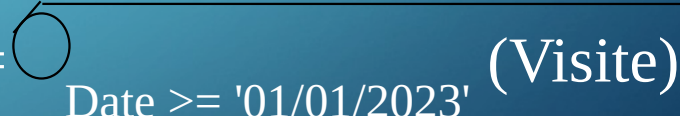
II. 3. L'éclatement

II. 3. 1. L'éclatement horizontal

L'éclatement horizontal de la table Visite ci-dessus suivant la condition « Les visites effectuées avant 2023 » donne les tables Visite_1 et Visite_2 suivantes :

Visite_1 =  (Visite)
Date < '01/01/2023'

Numero	Date	Pays
1	25/03/2022	Sénégal
3	15/08/2021	Gambie
5	16/12/2022	Mauritanie

Visite_2 =  (Visite)
Date >= '01/01/2023'

Numero	Date	Pays
2	18/04/2023	Mali
4	30/03/2023	Guinée

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 3. L'éclatement

II. 3. 2. L'éclatement vertical

- C'est aussi une opération consistant à créer deux relations à partir d'une relation ;
 - ✓ La première contient les parties de tuples de R obtenues par projection sur les attributs cités
 - ✓ La deuxième les parties de tuples obtenues par projections sur les attributs non cités.
- Cette opération appliquée à la relation R ($Att_1, Att_2, \dots, Att_n$) génère donc deux relations R_1 et R_2 qui seraient obtenues par projection comme suit

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 3. L'éclatement

II. 3. 2. L'éclatement vertical

$$R_1 = \text{PROJECTION} (R, \text{Att}_1, \text{Att}_2, \dots, \text{Att}_i)$$

$$R_2 = \text{PROJECTION} (R, \text{Att}_j, \dots, \text{Att}_n)$$

Avec :

$$\checkmark j > i ;$$

$$\checkmark n > j$$

II. AUTRES OPÉRATIONS

II. 3. L'éclatement

II. 3. 2. L'éclatement vertical

Exemple : L'éclatement vertical de la table Visite ci-dessus par la projection sur Numero et Pays donne les tables Visite_3 et Visite_4 suivantes :

$$\text{Visite}_3 = \Pi_{\text{Numero, Pays}}(\text{Visite})$$

Numero	Pays
1	Sénégal
2	Mali
3	Gambie
4	Guinée
5	Mauritanie

$$\text{Visite}_4 = \Pi_{\text{Date}}(\text{Visite})$$

Date
25/03/2022
18/04/2023
15/08/2021
30/03/2023
16/12/2022

III. EXERCICE D'APPLICATION

Immeuble (Adresse, Nb_niveau, Annee)

Appartement (Numero, #Immeuble, Nb_piece, Prix, Niveau)

Locataire (Numero, Nom, Prenom, Age, Sexe, Profession)

Louer (#Appartement, #Immeuble, #Locataire, Date, Duree)

Ecrivez de deux manières les requêtes suivantes :

1. Afficher la liste des appartements de même nombre de pièces, mais de prix différents et étant au même niveau.
2. Quel(s) locataire(s) a(ont) loué tous les appartements du niveau 2 d'un immeuble situé au 25 Lindiane construit en 2000 ?
3. Afficher les appartements déjà loués par quelqu'un.