

CHAPITRE 5

LE LANGAGE ALGÈBRIQUE





Objectifs

A la fin de ce chapitre, vous serez en mesure de :

- 😊 Maîtriser les opérations algébriques.
- 😊 Formuler des requêtes algébriques pour répondre à n'importe quelle question.
- 😊 Optimiser les requêtes algébriques.





Contenu

Les Opérations Algébriques



Le Langage Algébrique



L'Optimisation de requêtes





Les Opérations Algébriques



L'algèbre relationnelle a été inventée par E.CODD.
C'est une collection d'opérations formelles qui agissent sur des relations et produisent des relations. Les opérations sont classifiées comme suit :

- 1. Opérations ensemblistes
- 2. Opérations Spécifiques
- 3. Opérations Dérivées
- 4. Les Agrégats

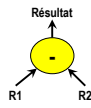


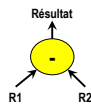
Les Opérations Ensemblistes	UNION DIFFERENCE PRODUIT CARTESIEN
--------------------------------	--

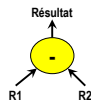
1	R1 U R2	Présentation
Union(R1,R2)		L'union de deux relations donne une nouvelle relation avec le même schéma que les deux relations en entrée et dont le contenu est celui des deux relations mais sans doublons.
Delta(R1) = Delta(R2)		

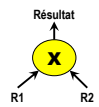
1	R1 U R2	Algèbre Relationnelle: UNION
Union(R1,R2)		<div>UNION</div> <div>Par Fouad DAHAK</div> <div>Enseignant-Chercheur</div> <div>Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)</div> <div>Alger, Algérie.</div>
Delta(R1) = Delta(R2)		
		<div>Serie d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.</div> <div>Fouad DAHAK</div>

1	R1 U R2	Utilisation
Union(R1,R2)		L'union est utilisé quand on veut regrouper des éléments de même nature mais provenant de sources différentes. (Par source on entend le lieu ou le traitement)
Delta(R1) = Delta(R2)		

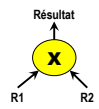
2	R1 - R2	Présentation
Difference(R1,R2)	La différence entre deux relations donne une nouvelle relation avec le même schéma que les deux relations en entrée et dont le contenu est composé des lignes de la première relation qui ne figurent pas dans la seconde.	
		
Delta(R1) = Delta(R2)		

2	R1 - R2	Algèbre Relationnelle: DIFFERENCE
Difference(R1,R2)	<div>DIFFERENCE</div> <div>Par Fouad DAHAK</div> <div>Enseignant-Chercheur</div> <div>Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)</div> <div>Alger, Algérie.</div>	
		
Delta(R1) = Delta(R2)		
		<small>Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.</small>
		<small>Fouad DAHAK, 2014</small>

2	R1 - R2	Utilisation
Difference(R1,R2)	On utilise la différence quand on cherche à trouver des éléments de même nature qui figurent dans une source et pas dans une autre.	
	C'est généralement la réponse à des questions du genre: Quels sont les éléments qui n'ont pas fait quelque chose? On cherche les éléments qui ont fait l'action (car c'est ce qu'on persiste généralement) puis on les soustrait de l'ensemble global de tous les éléments.	
Delta(R1) = Delta(R2)		

3	R1 x R2	Présentation
Product(R1,R2)		Le produit cartésien de deux relations donne une nouvelle relation avec un schéma combinant les schémas des deux relations en entrée et dont le contenu est la combinaison des lignes de la première relation avec ceux de la seconde.
		

3	R1 x R2	Algèbre Relationnelle: Produit Cartésien
Product(R1,R2)		<div>Produit Cartésien</div> <div>Par Fouad DAHAK</div> <div>Enseignant-Chercheur</div> <div>Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)</div> <div>Alger, Algérie.</div>
		
Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.		
Fouad DAHAK, 2014		

3	R1 x R2	Utilisation
Product(R1,R2)		Le produit cartésien n'a pas d'utilisation en soi si ce n'est une combinaison avec d'autres opérations. On peut par exemple l'utiliser pour construire une relation avec un schéma provenant des schémas de deux relations.
		

Leçon N° 1



Les Opérations Spécifiques	PROJECTION RESTRICTION Thêta-JOINTURE JOINTURE Naturelle
-------------------------------	---

PROJECTION



Leçon N° 01

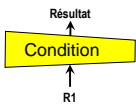
<p>4 $\prod_{A_1, A_2, \dots, A_p} (R)$</p> <p>Project(R, A1, A2, ...)</p> <p>Résultat</p> <p>A_1, A_2, \dots, A_p</p> <p>R1</p> <p>$A_i \in \Delta(R)$</p>	<p>Présentation</p> <p>La projection d'une relation sur un ensemble de ses attributs permet d'obtenir une relation composée des attributs de projection dont le contenu est uniquement les valeurs des colonnes projetées sans doublons.</p>
---	---

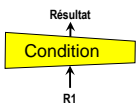
PROJECTION



Leçon N° 01

<p>4 $\prod_{A_1, A_2, \dots, A_p} (R)$</p> <p>Project(R, A1, A2, ...)</p> <p>Résultat</p> <p>A_1, A_2, \dots, A_p</p> <p>R1</p> <p>$A_i \in \Delta(R)$</p>	<p>Algèbre Relationnelle: PROJECTION</p> <p>PROJECTION</p> <p>Par Fouad DAHAK</p> <p>Enseignant-Chercheur Ecole Supérieure d'Informatique (ESI) Alger, Algérie.</p> <p><small>Série d'exercices illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.</small></p> <p><small>Fouad DAHAK, 2014</small></p>
---	--

5	$\sigma_{condition}(R)$	Présentation
Restrict(R,Condition)		La restriction permet d'opérer un filtre sur une relation et réduire les lignes de cette dernière pour en garder que celles qui satisfont la condition.
		
$A_i \in \Delta(R)$		

5	$\sigma_{condition}(R)$	Condition
Restrict(R,Condition)		La condition de la restriction est de type : Attribut Opérateur Valeur Ou bien : Attribut Opérateur Attribut
		Les opérateurs possibles sont : = > < >= <= <>
$A_i \in \Delta(R)$		Des combinaisons avec les opérateur logiques AND, OR et NOT sont possibles.

5	$\sigma_{condition}(R)$	Algèbre Relationnelle: RESTRICTION
Restrict(R,Condition)		<div><h1>RESTRICTION</h1><p>Par Fouad DAHAK</p><p>Enseignant-Chercheur Ecole Supérieure d'Informatique (ESI) Alger, Algérie.</p></div>
		
$A_i \in \Delta(R)$		

Thêta-Jointure

Leçon N° 01

6

R1

Condition

R2

Join(R1,R2,Cond)

Résultat

Ai

Bi

Condition

R1

R2

Ai ∈ à Delta(R1)

Bi ∈ à Delta(R2)

Présentation

La thêta-jointure permet d'effectuer un lien entre deux relations, elle donne une nouvelle relation dont la structure est composée des colonnes de R1 et celles de R2 et le contenu est la combinaison de toutes les lignes de R1 avec celles de R2 mais en ne prenant que les lignes respectant la condition.

Jointure Naturelle

Leçon N° 01

7

R1

Condition

R2

Join(R1,R2)

Résultat

Ai

Bi

Condition

R1

R2

Présentation

La jointure naturelle fait exactement la même chose que la thêta-jointure mais la condition est déduite automatiquement et les colonnes en double ne sont représentées qu'une seule fois.

Thêta-Jointure

Leçon N° 01

6

R1

Condition

R2

Join(R1,R2,Cond)

Résultat

Ai

Bi

Condition

R1

R2

Ai ∈ à Delta(R1)

Bi ∈ à Delta(R2)

Algèbre Relationnelle: JOINTURE

JOINTURE

Algorithme boucles imbriquées

Par Fouad DAHAK

Enseignant-Chercheur

Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)

Alger, Algérie.

Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.

Fouad DAHAK, 2014

Chapitre 05 : Le Langage Algébrique

Diapo 25

Théta-Jointure

6 R1 R2

Condition

Join(R1,R2,Cond)

Résultat

AI BI

Condition

R1 R2

A_i ∈ à Delta(R1)

B_i ∈ à Delta(R2)

Algèbre Relationnelle: JOINTURE

JOINTURE

Algorithme Tri Fusion

Par Fouad DAHAK

Enseignant-Chercheur

Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)

Alger, Algérie.

Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.

Fouad DAHAK, 2014

Chapitre 05 : Le Langage Algébrique

Diapo 26

Théta-Jointure

6 R1 R2

Condition

Join(R1,R2,Cond)

Résultat

AI BI

Condition

R1 R2

A_i ∈ à Delta(R1)

B_i ∈ à Delta(R2)

Exemple

Etudiant_1CS		
N	Nom	Moyenne
1	ALI	13
7	AHMED	17
3	ALI	10

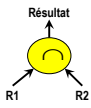
Etudiant_2CS		
Num	Nom	Moyenne
0	ALI	10
2	AHMED	17
5	MALIK	11

JOIN(Etudiant_1CS,Etudiant_2CS,Moyenne>Moyenne)

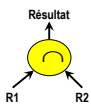
JOIN(Etudiant_1CS,Etudiant_2CS)

Leçon N° 1

Les Opérations Dérivées	INTERSECTION DIVISION JOINTURE Externe Semi-JOINTURE Renommage
----------------------------	--

8	$R_1 \cap R_2$	Présentation
Intersect(R1,R2)		L'intersection de deux relations donne une nouvelle relation avec le même schéma que les deux relations en entrée et dont le contenu est composé des lignes apparaissant à la fois dans la première relation et dans la seconde.
		
Delta(R1) = Delta(R2)		

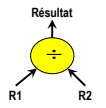
8	$R_1 \cap R_2$	Algèbre Relationnelle: INTERSECTION
Intersect(R1,R2)		<h1>INTERSECTION</h1> <p>Par Fouad DAHAK</p> <p>Enseignant-Chercheur Ecole Supérieure d'Informatique (ESI) Alger, Algérie.</p>
		
Delta(R1) = Delta(R2)		
		<div>Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.</div> <div>Fouad DAHAK 2014</div>

8	$R_1 \cap R_2$	Utilisation
Intersect(R1,R2)		On utilise l'intersection quand on cherche à trouver des éléments de même nature qui figurent dans deux sources à la fois.
		
Delta(R1) = Delta(R2)		

9

$R_1 \div R_2$

Division(R1,R2)



$\Delta(R_2) \subseteq \Delta(R_1)$

Présentation

La division d'une relation sur une autre relation donne une nouvelle relation dont la structure est composée des colonnes de la première relation ne figurant pas dans la structure de la seconde. Le contenu est formé de la projections des lignes de la première relation sur les attributs résultants tel que leur produit cartésien avec les lignes de la seconde relation donne des ligne de la première relation.

9

$R_1 \div R_2$

Division(R1,R2)



$\Delta(R_2) \subseteq \Delta(R_1)$

Algèbre Relationnelle: DIVISION

DIVISION

Par Fouad DAHAK

Enseignant-Chercheur
Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)
Alger, Algérie.

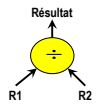
Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.

Fouad DAHAK, 2014

9

$R_1 \div R_2$

Division(R1,R2)



$\Delta(R_2) \subseteq \Delta(R_1)$

Exemple

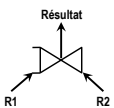
Etudiant		
Nom	Module	Moyenne
ALI	BDD	10
ALI	GL	11
AHMED	BDD	12
AHMED	GL	11
MALIK	ALG	10
MALIK	BDD	12

Modules	
Module	Moyenne
BDD	12
GL	11

10

R1 ⋈ R2

XJoin(R1,R2)



Présentation

La jointure externe entre deux relations donne une nouvelle relation dont la structure dépend du type de jointure utilisée (Thêta ou naturelle) et le contenu est formé de tout le contenu de la première relation avec uniquement les lignes correspondantes de la seconde relation.

$R_1 \bowtie_{\text{LEFT}} R_2$

$R_1 \bowtie_{\text{RIGHT}} R_2$

$R_1 \bowtie_{\text{FULL}} R_2$

10

R1 ⋈ R2

XJoin(R1,R2)



Algèbre Relationnelle: JOINTURE

JOINTURE EXTERNE

Par Fouad DAHAK

Enseignant-Chercheur

Ecole Supérieure d'Informatique (ESI)

Alger, Algérie.

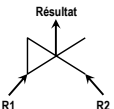
Série d'animations illustrant les différents algorithmes des opérations algébriques.

Fouad DAHAK, 2014

11

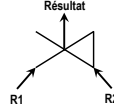
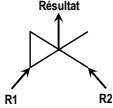
R1 ⋈ R2

SJoin(R1,R2)




Présentation

La semi-jointure est une extension d'une jointure permettant en plus de ce que fait la jointure d'intégrer une projection sur les colonnes d'une des deux relations.

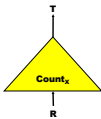


11	PA-B(R)	Présentation
Rename(R,Pos,Name)		<p>Le résultat d'une expression algébrique ne possède pas de nom; On a besoin de renommer certains attributs d'une relation ou d'une expression algébrique.</p> <p>Le renommage permet de renommer une colonne d'une table dans la table résultat.</p>

Leçon N° 1



Les Agrégats	Agrégats Simples Agrégats avec Groupement

11	Présentation
Agregat(R,fonction,Attribut)	
	<p>Les agrégats permettent d'effectuer des opérations de calcul sur des colonnes entières.</p> <p>Somme: SUM Moyenne: AVG Minimum: MIN Maximum: MAX Compte: COUNT</p>

Exemple

PERSONNE			
N	Nom	Age	TEL
1	ALI	12	021324354
2	AHMED	32	021554354
3	ALI	10	034456543
4	ALI	26	
5	MALIK	45	

- Agregat(Personne,AVG,age)
- Agregat(Personne,SUM,age)
- Agregat(Personne,MIN,age)
- Agregat(Personne,MAX,age)
- Agregat(Personne,COUNT,N)

AVGAge
25
AVGAge
125
AVGAge
10
AVGAge
45
AVGAge
5

11

Présentation

Agregat(R,Al,fonction,Attribut)

On peut regrouper le résultat des agrégats par un ou plusieurs attributs.



Exemple

PERSONNE			
N	Nom	Age	SEXE
1	ALI	12	MASCULIN
2	BASMA	32	FEMININ
3	SIBINE	10	FEMININ
4	ALI	26	MASCULIN
5	MALIK	45	MASCULIN

- Agregat(Personne,AVG,age)
- Agregat(Personne,sexe,AVG,age)

AVGAge	
25	
SEXE	AVGAge
MASCULIN	27,66
FEMININ	21

Leçon N° 1



Récapitulatif



Symbole	Désignation	Condition	Structure du résultat	Contenu du résultat
$R_1 \cup R_2$	UNION	R1 et R2 de même schéma	R1 ou R2	
$R_1 - R_2$	DIFFERENCE	R1 et R2 de même schéma	R1 ou R2	
$R_1 \times R_2$	PRODUIT CARTESIEEN		R1 et R2 avec duplication des colonnes	
$R_1 \cap R_2$	INTERSECTION	R1 et R2 de même schéma	R1 ou R2	
$R_1 \div R_2$	DIVISION	Delta(R2) inclus dans Delta(R1)	Delta(R1)-Delta(R2)	
$\prod_{A_1, A_2, \dots, A_j}(R)$	PROJECTION	Ai inclus dans Delta(R)	Les Ai	
$\sigma_{condition}(R)$	RESTRICTION	Les Atributs de la condition inclus dans Delta(R)	Delta(R)	



Symbole	Désignation	Condition	Structure du résultat	Contenu du résultat
\bowtie_{θ}	Théta Jointure			
\bowtie	Jointure Naturelle			
\bowtie_{\rightarrow}	Jointure Naturelle Externe Droite			
\bowtie_{\leftarrow}	Jointure Naturelle Externe Gauche			
$\bowtie_{\leftrightarrow}$	Jointure Naturelle Externe Complète			
$\bowtie_{\leftarrow\theta}$	Semi Jointure Naturelle Gauche			
$\bowtie_{\rightarrow\theta}$	Semi Jointure Naturelle Droite			

Leçon N° 1



La NULL et les Expressions	La Valeur NULL Les Expressions
----------------------------	-----------------------------------



Définition

La valeur NULL (Unknown Value) représente l'absence de Valeur.
Ce n'est ni le vide ni le rien.

- 1. $X (+, -, *, /)$ NULL = NULL.
- 2. $X (>, <, =, >=, <=, <>)$ NULL = NULL.
- 3. Les Opérateurs Booléens :
 - TRUE AND NULL = NULL
 - FALSE AND NULL = FALSE
 - NULL AND NULL = NULL
 - TRUE OR NULL = TRUE
 - FALSE OR NULL = NULL
 - NULL OR NULL = NULL
 - NOT NULL = NULL

Le résultat des opérations algébriques

- 1. **Restriction** : Si Condition Alors la ligne est affichée
- 2. **Jointure** : Idem que la Restriction
- 3. **Projection** : NULL est une valeur quelconque.
- 4. **Union, Intersection, différence, Agrégation** : Idem que la projection.

Fonction de calcul

On peut remplacer les attributs par des expressions d'attributs.
« expression arithmétique construite à partir d'attributs d'une relation et de constantes, par application de fonctions arithmétique successives.

```
JOIN(VESTE, PORTE, TAILLE*DUREE>DUREE/3)  
RESTRICT(R1,DUREE*100/TAILLE>38)  
PROJECT(R2,NOM,TAILLE-TAILLE*DUREE/100)
```





Le Langage Algébrique

52



Affectation

Le même principe qu'une affectation dans l'algorithmique.
C'est le fait d'attribuer le résultat d'une expression algébrique à une variable temporaire qu'est dans ce cas une relation intermédiaire.

$R1 \leftarrow \sigma_{taille=32}(VESTE)$
 $R2 \leftarrow \sigma_{couleur=rouge}(VESTE)$
 $R3 \leftarrow R1 \cap R2$
 $Result = \pi_{marque}(R3)$



Priorité des opérateurs

Quand une expression combine plusieurs opérateurs, à défaut de parenthésage, les règles suivantes s'appliquent.

- › Les opérateurs unaires ont la plus haute priorité. Entre eux, ils sont évalués de gauche à droite.
- › Les opérateurs binaires sont évalués de gauche à droite.



Définition

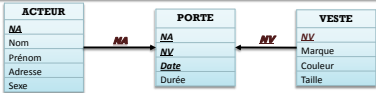
Une requête algébrique est une suite d'opérations algébriques imbriquées ou non telles que la dernière instruction retourne une relation considérée comme étant le résultat.

Construction d'une requête algébrique

Toutes les questions qu'on peut se poser concernant les données d'une base de données contiennent les composantes suivantes :

- Ce qu'on veut retourner
- Propriétés (Conditions ou filtres) de ce qu'on cherche

Le processus consiste donc de partir des relations de la base de données, d'effectuer des liens et respecter les filtres exprimés afin de retourner les colonnes exigées.



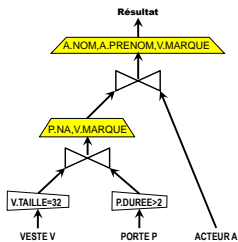
- Donner la liste des acteurs de sexe féminin
- Liste des marques des vestes de couleurs rouge
- Donner les marques des vestes de taille 32 et de couleur rouge
- Donner les noms et prénoms des acteurs qui ont mis des vestes rouges ou bleues
- Liste des acteurs qui n'ont jamais porté de veste.
- Donner la moyenne des durées par marque de veste.
- Liste des vestes les plus portées (Selon le nombre de fois qu'elles ont été portées)



Définition

L'arbre algébrique d'une requête est un arbre dont les nœuds représentent les opérations algébriques et les arcs des relations de la base de données ou des relations temporaires représentant des flots de données entre opérations.

R1 ← RESTRICT(VESTE, TAILLE=32)
R2 ← RESTRICT(PORTE, DUREE>2)
R3 ← JOIN(R1, R2)
R4 ← PROJECT(R3, NA, MARQUE)
R5 ← JOIN(R4, ACTEUR)
R6 ← PROJECT(R5, NOM, PRENOM, MARQUE)





Any Questions ?



L'Optimisation de Requêtes

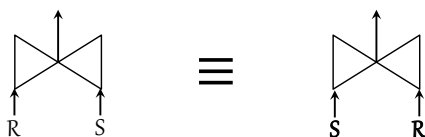
61



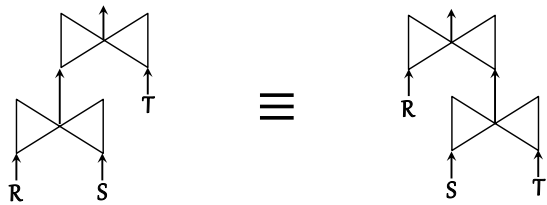
Optimiser le temps d'exécution et la mémoire



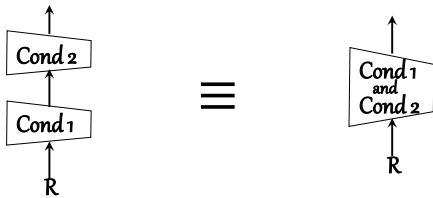
(1) Commutativité des Jointures



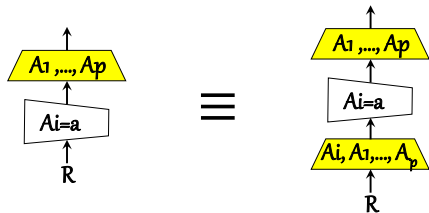
(2) Associativité des jointures



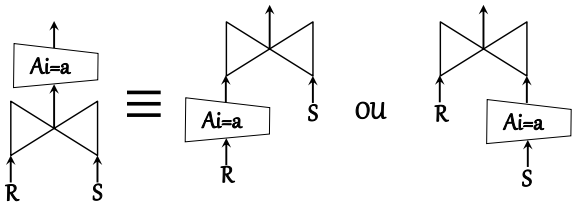
(3) Groupabilité des restrictions



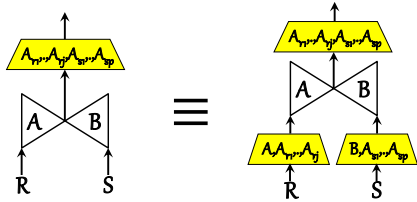
(4) Semi commutativité des projections et restrictions



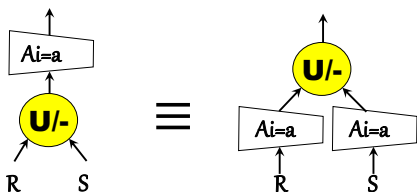
(5) Distributivité des restrictions sur les jointures



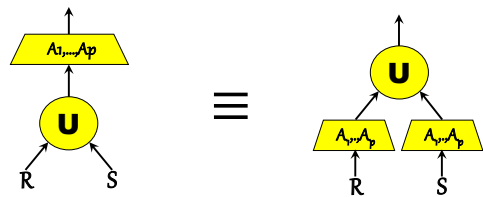
(6) Semi distributivité des projections sur les jointures

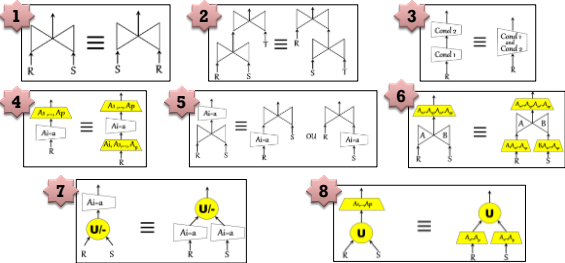


(7) Distributivité des restrictions sur l'union et sur la différence



(8) Distributivité des projections sur l'union





1	Décomposer les restrictions en restrictions Unaires	Règle 3
2	Rapprocher les restrictions des feuilles	Règles 4,5 et 7
3	Grouper les restrictions aux feuilles	Règle 3
4	Rapprocher les projections des feuilles	Règles 4,6 et 8
5	Ordonner les jointures afin de minimiser le temps	Règles 1 et 2

Joueur(NJ, Nom, Prénom, Adr)
 Jouer (NJ, NS, Date, Heure)
 Stade (NS, Ville, Superficie)

- Que Fait Cette Requête
- Donner Une Optimisation pour cette requête.

