

Chapitre 5

Algèbre relationnelle

L'algèbre relationnelle est un ensemble d'opérations que l'on peut appliquer sur une ou plusieurs relations pour obtenir une nouvelle relation. Les opérations de l'algèbre relationnelle peuvent être classées selon deux catégories : les **opérations ensemblistes** et les **opérations relationnelles**. Les opérations ensemblistes découlent directement de la théorie des ensembles. Les opérations relationnelles sont quant à elles spécifiques au modèle relationnel.

5.1 Opérations ensemblistes

5.1.1 Union (\cup)

Définition

Soit $R(A_1, \dots, A_n)$ et $S(A_1, \dots, A_n)$ deux relations ayant les mêmes attributs :
 $R \cup S = \{ t \mid t \in R \vee t \in S \}$

L'union $R \cup S$ crée une relation ayant les mêmes attributs que R et S et qui contient tous les tuples de R ainsi que tous les tuples de S (avec élimination des éventuels doublons).

Exemple Soit les relations *Pays1* et *Pays2* ayant les mêmes attributs :

TABLE 5.1 – Pays1

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe
SEN	Sénégal	Afrique
JPN	Japon	Asie
MEX	Mexique	Amérique

TABLE 5.2 – Pays2

Code	NomPays	Continent
FIN	Finlande	Europe
CAN	Canada	Amérique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
JPN	Japon	Asie
CHN	Chine	Asie
CHE	Suisse	Europe
MEX	Mexique	Amérique

L'opération $R = Pays1 \cup Pays2$ produit une nouvelle relation R contenant tous les tuples de $Pays1$ ainsi que tous les tuples de $Pays2$.

$R = Pays1 \cup Pays2 =$

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe
SEN	Sénégal	Afrique
JPN	Japon	Asie
MEX	Mexique	Amérique
FIN	Finlande	Europe
CAN	Canada	Amérique
CHN	Chine	Asie

5.1.2 Intersection (\cap)

Définition

Soit $R(A_1, \dots, A_n)$ et $S(A_1, \dots, A_n)$ deux relations ayant les mêmes attributs :
 $R \cap S = \{ t \mid t \in R \wedge t \in S \}$

L'intersection $R \cap S$ crée une relation ayant les mêmes attributs que R et S et qui contient tous les tuples de R qui apparaissent également dans S .

Exemple Soit les relations $Pays1$ et $Pays2$ ayant les mêmes attributs :

TABLE 5.3 – Pays1

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe
SEN	Sénégal	Afrique
JPN	Japon	Asie
MEX	Mexique	Amérique

TABLE 5.4 – Pays2

Code	NomPays	Continent
FIN	Finlande	Europe
CAN	Canada	Amérique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
JPN	Japon	Asie
CHN	Chine	Asie
CHE	Suisse	Europe
MEX	Mexique	Amérique

L'opération $R = Pays1 \cap Pays2$ produit une nouvelle relation R contenant tous les tuples de $Pays1$ qui apparaissent également dans $Pays2$.

$R = Pays1 \cap Pays2 =$

Code	NomPays	Continent
GBR	Grande-Bretagne	Europe
JPN	Japon	Asie
CHE	Suisse	Europe
MEX	Mexique	Amérique

5.1.3 Différence (−)

Définition

Soit $R(A_1, \dots, A_n)$ et $S(A_1, \dots, A_n)$ deux relations ayant les mêmes attributs :

$$R - S = \{ t \mid t \in R \wedge t \notin S \}$$

La différence $R - S$ crée une relation ayant les mêmes attributs que R et S et qui contient tous les tuples de R qui n'apparaissent pas dans S .

Exemple Soit les relations *Pays1* et *Pays2* ayant les mêmes attributs :

TABLE 5.5 – Pays1

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe
SEN	Sénégal	Afrique
JPN	Japon	Asie
MEX	Mexique	Amérique

TABLE 5.6 – Pays2

Code	NomPays	Continent
FIN	Finlande	Europe
CAN	Canada	Amérique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
JPN	Japon	Asie
CHN	Chine	Asie
CHE	Suisse	Europe
MEX	Mexique	Amérique

La différence $R = \text{Pays1} - \text{Pays2}$ produit une nouvelle relation R contenant tous les tuples de *Pays1* qui n'apparaissent pas dans *Pays2*.

$R = Pays1 - Pays2 =$

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
SEN	Sénégal	Afrique

5.1.4 Produit cartésien (×)

Définition

Soit $R(A_1, \dots, A_n)$ et $S(B_1, \dots, B_m)$ deux relations :

$$R \times S = \{ rs \mid r \in R \wedge s \in S \}$$

Le produit cartésien $R \times S$ crée une relation ayant comme attributs la concaténation des attributs de R et de S et qui contient l'ensemble de toutes les combinaisons des tuples de R avec ceux de S .

Exemple Soit les relations *Pays* et *Villes* :

TABLE 5.7 – Pays

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
FIN	Finlande	Europe

TABLE 5.8 – Villes

NomVille	CodePays
Helsinki	FIN
Montréal	CAN
Londres	GBR

Le produit cartésien $R = Pays \times Villes$ produit une nouvelle relation R contenant toutes les combinaisons des tuples de *Pays* avec ceux de *Ville*.

$R = Pays \times Villes =$

Code	NomPays	Continent	NomVille	CodePays
DZA	Algérie	Afrique	Helsinki	FIN
DZA	Algérie	Afrique	Montréal	CAN
DZA	Algérie	Afrique	Londres	GBR
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Helsinki	FIN
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Montréal	CAN
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Londres	GBR
FIN	Finlande	Europe	Helsinki	FIN
FIN	Finlande	Europe	Montréal	CAN
FIN	Finlande	Europe	Londres	GBR

5.2 Opérations relationnels

5.2.1 Projection (π)

Définition

$\pi_P(R)$ qu'on lit la projection de R sur les attributs P , est une relation ayant comme attributs P et qui contient tous les tuples de R tronqués aux attributs P avec élimination des éventuels doublons.

Concrètement la projection est une opération unaire (qui s'applique sur une seule relation) qui sélectionne certaines colonnes d'une relation donnée.

Exemple Soit la relation *Pays* :

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe
SEN	Sénégal	Afrique
JPN	Japon	Asie

$$\pi_{Code}(Pays) =$$

Code
DZA
GBR
CHE
SEN
JPN

$$\pi_{Continent}(Pays) =$$

Continent
Afrique
Europe
Asie

$$\pi_{Code,Continent}(Pays) =$$

Code	Continent
DZA	Afrique
GBR	Europe
CHE	Europe
SEN	Afrique
JPN	Asie

5.2.2 Restriction (σ)

Définition

$\sigma_C(R)$ qu'on lit la restriction de R sur la condition C , est une relation ayant les mêmes attributs que R et qui contient tous les tuples de R qui vérifient la condition C .

Concrètement la restriction est une opération unaire (qui s'applique sur une seule relation) qui sélectionne certaines lignes d'une relation donnée.

Exemple Soit la relation *Pays* :

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe
SEN	Sénégal	Afrique
JPN	Japon	Asie

$$\sigma_{Continent='Afrique'}(Pays) =$$

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
SEN	Sénégal	Afrique

$$\sigma_{Continent='Europe'}(Pays) =$$

Code	NomPays	Continent
GBR	Grande-Bretagne	Europe
CHE	Suisse	Europe

$$\sigma_{Continent='Amérique'}(Pays) =$$

Code	NomPays	Continent

5.2.3 Jointure (\bowtie)

Définition

$R \bowtie_C S$ qu'on lit la jointure de R et de S sur la condition C , est une relation ayant comme attributs la concaténation des attributs de R et de S et qui contient l'ensemble de toutes les combinaisons des tuples de R avec ceux de S mais ne garde que les combinaisons qui vérifient la condition C .

Concrètement la jointure est une opération binaire (qui s'applique sur deux relations) qui ressemble à un produit cartésien dans la mesure où son résultat est composé de certains tuples de la première relation combinés avec certains tuples de la seconde relation. Cependant, seules les combinaisons de tuples dites « compatibles » sont gardées dans le résultat. Deux tuples sont compatibles lorsque leur concaténation vérifie la condition de la jointure.

Généralement la jointure est une opération qui est utilisée lorsqu'on veut rechercher des données éparpillées à travers plusieurs tables. Dans ce cas là, la condition de la jointure est exprimée sous la forme d'une égalité entre une clé primaire d'une table et une clé étrangère d'une autre table.

Exemple Soit les relations *Pays* et *Villes* :

TABLE 5.9 – Pays

Code	NomPays	Continent
DZA	Algérie	Afrique
GBR	Grande-Bretagne	Europe
FIN	Finlande	Europe
CHE	Suisse	Europe
JPN	Japon	Asie

TABLE 5.10 – Villes

NomVille	CodePays
Helsinki	FIN
Alger	DZA
Bejaia	DZA
Tokyo	JPN

$$Pays \bowtie_{Pays.Code=Villes.CodePays} Villes$$

||

Code	NomPays	Continent	NomVille	CodePays
DZA	Algérie	Afrique	Alger	DZA
DZA	Algérie	Afrique	Bejaia	DZA
FIN	Finlande	Europe	Helsinki	FIN
JPN	Japon	Asie	Tokyo	JPN

Remarque : Lien entre jointure et produit cartésien

Une jointure peut être vue comme un produit cartésien suivi d'une restriction. En effet, l'égalité suivante est toujours vraie

$$R \bowtie_C S = \sigma_C(R \times S)$$

Pour illustrer cette égalité, nous allons calculer $R_1 = Pays \times Villes$ et indiquer quelles combinaisons de tuples sont compatibles.

$$R_1 = Pays \times Villes$$

||

Code	NomPays	Continent	NomVille	CodePays	Compatible
DZA	Algérie	Afrique	Helsinki	FIN	
DZA	Algérie	Afrique	Alger	DZA	✓
DZA	Algérie	Afrique	Bejaia	DZA	✓
DZA	Algérie	Afrique	Tokyo	JPN	
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Helsinki	FIN	
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Alger	DZA	
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Bejaia	DZA	
GBR	Grande-Bretagne	Europe	Tokyo	JPN	
FIN	Finlande	Europe	Helsinki	FIN	✓
FIN	Finlande	Europe	Alger	DZA	
FIN	Finlande	Europe	Bejaia	DZA	
FIN	Finlande	Europe	Tokyo	JPN	
CHE	Suisse	Europe	Helsinki	FIN	
CHE	Suisse	Europe	Alger	DZA	
CHE	Suisse	Europe	Bejaia	DZA	
CHE	Suisse	Europe	Tokyo	JPN	
JPN	Japon	Asie	Helsinki	FIN	
JPN	Japon	Asie	Alger	DZA	
JPN	Japon	Asie	Bejaia	DZA	
JPN	Japon	Asie	Tokyo	JPN	✓

Nous allons à présent appliquer sur R_1 une restriction sur la condition $Code = CodePays$.

$$R_2 = \sigma_{Code=CodePays}(R_1)$$

||

Code	NomPays	Continent	NomVille	CodePays
DZA	Algérie	Afrique	Alger	DZA
DZA	Algérie	Afrique	Bejaia	DZA
FIN	Finlande	Europe	Helsinki	FIN
JPN	Japon	Asie	Tokyo	JPN

Nous obtenons ainsi le même résultat que l'opération

$$Pays \bowtie_{Pays.Code=Villes.CodePays} Villes$$

5.3 Langage Algébrique

Le langage algébrique est un langage d'interrogation de modèles relationnels basé sur les opérations ensemblistes et relationnelles qu'offre l'algèbre relationnelle. Il sert à exprimer des requêtes sur un modèle relationnel donné en utilisant un programme. La syntaxe d'un programme écrit en langage algébrique est la suivante :

$$\begin{aligned} R_1 &= operation_1 \\ R_2 &= operation_2 \\ &\dots \\ R_n &= operation_n \end{aligned}$$

Où :

- R_i est un résultat intermédiaire.
- R_n est le résultat final de la requête que l'on veut exprimer.
- $operation_i$ est une opération de l'algèbre relationnelle.

Afin d'illustrer l'utilisation du langage algébrique, nous allons définir dans cette section un modèle relationnel exemple et un ensemble de requêtes écrites en langage naturel. Puis, nous allons exprimer ces requêtes sous la forme d'instructions du langage algébrique. Enfin, nous donnerons quelques recommandations concernant la manière de construire une requête.

5.3.1 Le modèle relationnel *World*

Soit le modèle relationnel « *World* » composé des relations suivantes :

- **Pays**(Code, NomPays, Continent, Superficie, ChefEtat, #Capitale)
 - Capitale référence Ville.CodeVille
- **Ville**(CodeVille, NomVille, #CodePays)
 - CodePays référence Pays.Code
- **Langues**(#CodePays, Langue)
 - CodePays référence Pays.Code

La relation *Pays* contient des informations concernant tous les pays du monde à savoir : le code unique du pays, le nom du pays, le continent où il se trouve, sa superficie, le nom de son chef d'état et sa capitale.

La relation *Ville* contient des informations concernant toutes les villes du monde à savoir : le code unique de la ville, le nom de la ville et le code du pays où elle se trouve.

La relation *Langues* contient des informations concernant toutes les langues parlées dans le monde à savoir : la langue et le code du pays où cette langue est parlée.

Il est bien entendu clair que le modèle relationnel *World* modélise les faits suivants :

- Un pays a une et une seule capitale ;
- Un pays peut contenir plusieurs villes ;
- Plusieurs langues peuvent être parlées dans le même pays et une même langue peut être parlée dans plusieurs pays.

5.3.2 Requêtes portant sur une seule relation

Nous allons à présent exprimer les requêtes suivantes en langage algébrique :

1. **Quelles sont toutes les langues parlées dans le monde ?**

$$R_1 = \pi_{Langue}(Langues)$$

2. **Donner le nom de chaque pays et le nom de son chef d'état.**

$$R_1 = \pi_{NomPays, ChefEtat}(Pays)$$

3. **Donner le nom des pays dont la superficie dépasse 1000000 m².**

$$R_1 = \sigma_{Superficie > 1000000}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{NomPays}(R_1)$$

4. **Donner le code et le nom de tous les pays d'Europe.**

$$R_1 = \sigma_{Continent='Europe'}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{Code, NomPays}(R_1)$$

5. **Qui est le chef d'état du Zimbabwe ?**

$$R_1 = \sigma_{NomPays='Zimbabwe'}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{ChefEtat}(R_1)$$

6. **Quelle est la superficie de l'Algérie ?**

$$R_1 = \sigma_{NomPays='Algerie'}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{Superficie}(R_1)$$

7. **Dans quel continent se trouve le Brésil ?**

$$R_1 = \sigma_{NomPays='Bresil'}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{Continent}(R_1)$$

8. **Quel est le code du pays dont la capitale a pour code 555 ?**

$$R_1 = \sigma_{Capitale=555}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{Code}(R_1)$$

9. **Donner le nom des villes qui se trouvent dans le pays ayant le code MEX.**

$$R_1 = \sigma_{CodePays='MEX'}(Villes)$$

$$R_2 = \pi_{NomVille}(R_1)$$

10. **Donner le code des pays qui parlent l'Arabe.**

$$R_1 = \sigma_{Langue='Arabe'}(Langues)$$

$$R_2 = \pi_{CodePays}(R_1)$$

11. **Donner le nom de tous les pays d'Afrique et d'Asie.**

$$R_1 = \sigma_{Continent='Afrique' \vee Continent='Asie'}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{NomPays}(R_1)$$

Ou bien :

$$R_1 = \sigma_{Continent='Afrique'}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{NomPays}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{Continent='Asie'}(Pays)$$

$$R_4 = \pi_{NomPays}(R_3)$$

$$R_5 = R_2 \cup R_4$$

12. Donner le nom des pays d'Afrique dont la superficie est inférieure à 500000 m².

$$R_1 = \sigma_{Continent='Afrique' \wedge Superficie < 500000}(Pays)$$

$$R_2 = \pi_{NomPays}(R_1)$$

Ou bien :

$$R_1 = \sigma_{Continent='Afrique'}(Pays)$$

$$R_2 = \sigma_{Superficie < 500000}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{NomPays}(R_2)$$

Ou bien :

$$R_1 = \sigma_{Continent='Afrique'}(Pays)$$

$$R_2 = \sigma_{Superficie < 500000}(Pays)$$

$$R_3 = R_1 \cap R_2$$

$$R_4 = \pi_{NomPays}(R_3)$$

13. Quelles sont les langues parlées à la fois en Belgique et en Suisse sachant que ces deux pays portent respectivement les codes BEL et CHE ?

$$R_1 = \sigma_{CodePays='BEL'}(Langues)$$

$$R_2 = \pi_{Langue}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{CodePays='CHE'}(Langues)$$

$$R_4 = \pi_{Langue}(R_3)$$

$$R_5 = R_2 \cap R_4$$

14. Quelles sont les langues parlées en Belgique mais pas en Suisse ?

$$R_1 = \sigma_{CodePays='BEL'}(Langues)$$

$$R_2 = \pi_{Langue}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{CodePays='CHE'}(Langues)$$

$$R_4 = \pi_{Langue}(R_3)$$

$$R_5 = R_2 - R_4$$

15. Quelles sont les langues parlées en Afrique du Sud sachant que ce pays porte le code ZAF ?

$$R_1 = \sigma_{CodePays='ZAF'}(Langues)$$

$$R_2 = \pi_{Langue}(R_1)$$

16. Quelles sont les langues parlées uniquement en Afrique du Sud ?

$$R_1 = \sigma_{CodePays='ZAF'}(Langues)$$

$$R_2 = \pi_{Langue}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{CodePays \neq 'ZAF'}(Langues)$$

$$R_4 = \pi_{Langue}(R_3)$$

$$R_5 = R_2 - R_4$$

17. Donner le code des pays qui parlent uniquement l'espagnol.

$$R_1 = \sigma_{Langue='Espagnol'}(Langues)$$

$$R_2 = \pi_{CodePays}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{Langue \neq 'Espagnol'}(Langues)$$

$$R_4 = \pi_{CodePays}(R_3)$$

$$R_5 = R_2 - R_4$$

5.3.3 Requêtes portant sur plusieurs relations

Nous allons à présent exprimer des requêtes qui portent sur deux ou plusieurs relations et qui nécessitent de faire des jointures.

1. Donner le nom de toutes les villes de Finlande.

$$R_1 = \text{Villes} \bowtie_{\text{Villes.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{NomPays}='Finlande'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{\text{NomVille}}(R_2)$$

2. Donner le nom de toutes les villes européennes.

$$R_1 = \text{Villes} \bowtie_{\text{Villes.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{Continent}='Europe'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{\text{NomVille}}(R_2)$$

3. Donner le nom de toutes les capitales européennes.

$$R_1 = \text{Villes} \bowtie_{\text{Villes.CodeVille}=\text{Pays.Capitale}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{Continent}='Europe'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{\text{NomVille}}(R_2)$$

4. Donner le nom de tous les pays ainsi que le nom de leur capitale.

$$R_1 = \text{Villes} \bowtie_{\text{Villes.CodeVille}=\text{Pays.Capitale}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \pi_{\text{NomPays}, \text{NomVille}}(R_1)$$

5. Donner le nom des pays africains francophones.

$$R_1 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{Continent}='Afrique'}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{\text{Langue}='Francais'}(R_2)$$

$$R_4 = \pi_{\text{NomPays}}(R_3)$$

6. Quelles sont les langues parlées en Suisse.

$$R_1 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{NomPays}='Suisse'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{\text{Langue}}(R_2)$$

7. Quelles sont les langues parlées à la fois en Suisse et en Belgique.

$$R_1 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{NomPays}='Belgique'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{\text{Langue}}(R_2)$$

$$R_4 = \sigma_{\text{NomPays}='Suisse'}(R_1)$$

$$R_5 = \pi_{\text{Langue}}(R_4)$$

$$R_6 = R_3 \cap R_5$$

8. Quelles sont les langues parlées en Europe.

$$R_1 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{Continent}='Europe'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{Langue}(R_2)$$

9. Quelles sont les langues parlées uniquement en Europe.

$$R_1 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \sigma_{\text{Continent}='Europe'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{Langue}(R_2)$$

$$R_4 = \sigma_{\text{Continent} \neq 'Europe'}(R_1)$$

$$R_5 = \pi_{Langue}(R_4)$$

$$R_6 = R_3 - R_5$$

10. Donner le noms des capitales des pays francophones.

$$R_1 = \text{Villes} \bowtie_{\text{Villes.CodeVille}=\text{Pays.Capitale}} \text{Pays}$$

$$R_2 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=R_1.Code} R_1$$

$$R_3 = \sigma_{\text{Langue}='Français'}(R_2)$$

$$R_4 = \pi_{\text{NomVille}}(R_3)$$

11. Quelles sont les langues parlées dans le pays dont la capitale est Ottawa.

$$R_1 = \text{Langues} \bowtie_{\text{Langues.CodePays}=\text{Pays.Code}} \text{Pays}$$

$$R_2 = R_1 \bowtie_{R_1.Capitale=\text{Villes.CodeVille}} \text{Villes}$$

$$R_3 = \sigma_{\text{NomVille}='Ottawa'}(R_2)$$

$$R_4 = \pi_{Langue}(R_3)$$

5.3.4 Construire correctement une requête complexe

Il existe une méthode qui permet de construire une requête complexe portant sur une ou plusieurs relations. La méthode consiste à représenter visuellement la requête sur le modèle relationnel en décorant ce dernier avec des symboles. Cette méthode comprend les étapes suivantes :

1. Identifier les relations nécessaires pour exprimer la requête.
2. Décorer les attributs de ces relations :
 - En utilisant le symbole ? lorsque un attribut fait partie du résultat.
 - En utilisant les symboles <, >, =, ≥, ≤ lorsqu'il y a une condition sur un attribut.
 - En utilisant un trait | pour exprimer les liens entre les relations.
3. Exprimer la requête en transformant :
 - Les traits en jointure.
 - les symboles <, >, =, ≥, ≤ en restrictions.
 - les symboles ? en projections.

Exemples Soit les requêtes suivantes :

1. **Donner le nom de chaque pays et le nom de son chef d'état.**

Pays(Code, NomPays, Continent, Superficie, #Capitale, ChefEtat)

Ce qui nous donne la requête suivante :

$$R_1 = \pi_{NomPays, ChefEtat}(Pays)$$

2. Donner le nom de toutes les villes de Finlande

Pays(Code, NomPays, Continent, Superficie, #Capitale, ChefEtat)

= 'Finlande'

Ville(CodeVille, NomVille, #CodePays)

Ce qui nous donne la requête suivante :

$$R_1 = Villes \bowtie_{Villes.CodePays=Pays.Code} Pays$$

$$R_2 = \sigma_{NomPays='Finlande'}(R_1)$$

$$R_3 = \pi_{NomVille}(R_2)$$

3. Donner le nom des pays africains francophones

Pays(Code, NomPays, Continent, Superficie, #Capitale, ChefEtat)

= 'Afrique'

Langues(#CodePays, Langue)

= 'Francais'

Ce qui nous donne la requête suivante :

$$R_1 = Langues \bowtie_{Langues.CodePays=Pays.Code} Pays$$

$$R_2 = \sigma_{Continent='Afrique'}(R_1)$$

$$R_3 = \sigma_{Langue='Francais'}(R_2)$$

$$R_4 = \pi_{NomPays}(R_3)$$

4. Quelles sont les langues parlées dans le pays dont la capitale est Ottawa.

Ville(CodeVille, NomVille, #CodePays)

= 'Ottawa'

Pays(Code, NomPays, Continent, Superficie, #Capitale, ChefEtat)

Langues(#CodePays, Langue)

?

Ce qui nous donne la requête suivante :

$$R_1 = Pays \bowtie_{Pays.Capitale=Villes.CodeVille} Villes$$

$$\begin{aligned} R_2 &= R_1 \bowtie_{R_1.Code=Langues.CodePays} Langues \\ R_3 &= \sigma_{NomVille='Ottawa'}(R_2) \\ R_4 &= \pi_{Langue}(R_3) \end{aligned}$$