

TD 1 : Algèbre Relationnelle

Ce TD vise à vous initier aux concepts essentiels de l'algèbre relationnelle en se basant sur un exemple pratique : la gestion d'une base de données bibliothécaire constituée de quatre relations fondamentales suivantes :

Étudiant(ID, Nom, Prenom, # ID_Groupe)

- **ID** : Identifiant unique de l'étudiant (clé primaire), Entier.
- **Nom** : Nom de l'étudiant, Text.
- **Prénom** : Prénom de l'étudiant, Text.
- **ID_Groupe** : Identifiant du groupe (clé étrangère faisant référence à Groupe).

Groupe(ID, NomG)

- **ID** : Identifiant unique du groupe (clé primaire), Entier.
- **NomG** : Nom du groupe, Text.

Livre(ID, Titre, Auteur, Annee)

- **ID** : Identifiant unique du livre (clé primaire), Entier.
- **Titre** : Titre du livre, Text.
- **Auteur** : Auteur du livre, Text.
- **Annee** : Année d'édition livre, Entier(4 chiffres).

Emprunt(ID, #ID_Livre, #ID_Etudiant, Date_Emprunt, Date_Retour)

- **ID** : Identifiant unique du Emprunt (clé primaire), Entier.
- **ID_Livre** : Identifiant du livre emprunté (clé étrangère faisant référence à Livre).
- **ID_Etudiant** : Identifiant de l'étudiant qui emprunte (clé étrangère faisant référence à Étudiant).
- **Date_Emprunt** : Date à laquelle le livre a été emprunté, Date.
- **Date_Retour** : Date à laquelle le livre doit être retourné, Date.

1 Opérations d'Algèbre Relationnelle

Afin de manipuler les données de la base de données bibliothécaire, on fait appel aux opérations de l'algèbre relationnelle pour interroger, filtrer, combiner et transformer les informations selon divers besoins et critères spécifiques. Ces opérations se divisent principalement en deux catégories : les opérations unaires et binaires.

1.1 Opérations unaires

Ces opérations s'appliquent à une seule relation à la fois. Elles permettent de réaliser des transformations sur une relation, telles que la projection ou la sélection, sans avoir besoin de combiner plusieurs relations.

1. **Projection** (π) : L'opération de projection en algèbre relationnelle sélectionne et affiche uniquement certaines colonnes d'une relation, permettant ainsi de réduire le nombre d'attributs tout en conservant les lignes originales de la relation.
 - Affichez uniquement les noms des étudiants de la table Étudiant.
 - Liste des titres et des auteurs des livres.
2. **Sélection** (σ) : L'opération de sélection en algèbre relationnelle permet de filtrer les lignes d'une relation en fonction d'une condition spécifique. Cela signifie qu'elle extrait uniquement les tuples qui satisfont une certaine condition donnée, laissant les autres en dehors de la relation résultante.
 - Quels sont les étudiants ayant l'ID 101 de la table Étudiant ?
 - Affichez les opérations d'emprunts effectuées après la date 01/01/2023.
3. **Renommage** (α) : L'opération de renommage en algèbre relationnelle permet de changer le nom d'attributs dans une relation sans modifier le contenu des données. Elle améliore la clarté des requêtes en évitant les confusions, particulièrement quand plusieurs relations ou attributs ont des noms similaires.
 - Renommez la colonne 'Titre' de la table Livre en 'NomLivre'.
 - Changez le nom de la colonne 'Date_Emprunt' en 'DateEmpruntée' de la table Emprunt.

1.2 Opérations binaires

1. **Union** (\cup) : L'opération d'union en algèbre relationnelle permet de combiner deux relations en une seule relation, en prenant soin d'éliminer les doublons. Cependant, il est important de noter que l'opération d'union combine des relations avec le même schéma.
 - Quels étudiants et quels groupes ont des noms commençant par la lettre "A" ? (Considérant le nom de l'étudiant et le nom du groupe)
 - Quels sont les titres des livres écrits par l'auteur A_1 plus les titres des livres écrits par l'auteur A_2 ?
2. **Différence** ($-$) : L'opération de différence en algèbre relationnelle permet de retourner les tuples qui sont présents dans la première relation mais absents de la seconde relation, sous l'hypothèse que les deux relations ont le même schéma.
 - Les identifiants des étudiants qui n'ont pas emprunté de livres ? (C'est-à-dire, les identifiants des étudiants présents dans la relation **Étudiant** mais absents de la relation **Emprunt**.)
 - Les identifiants des groupes qui n'ont pas encore des inscriptions.
3. **Intersection** (\cap) : L'opération d'intersection en algèbre relationnelle permet de récupérer les tuples qui sont communs aux deux relations. Pour que cette opération soit applicable, les deux relations doivent avoir le même schéma.
 - Quels sont les ID des étudiants qui ont emprunté des livres et qui sont également inscrits dans le groupe numéro 1 ?
 - Quels sont les ID des livres qui ont été empruntés et qui ont également été écrits par un auteur spécifique A_1 ?
4. **Produit cartésien** (\times) : L'opération de produit cartésien en algèbre relationnelle combine chaque tuple de la première relation avec chaque tuple de la seconde relation, générant ainsi une nouvelle relation. Il est important de noter que le schéma résultant combinera les attributs des deux relations.
 - Quelle est la combinaison de tous les étudiants avec tous les groupes existants ? (Considérant les étudiants de la relation **Étudiant** et les groupes de la relation **Groupe**.)
 - Quels sont tous les cas possibles d'emprunts où chaque étudiant a la possibilité d'emprunter n'importe quel livre ? (Considérant les étudiants de la relation **Étudiant** et les livres de la relation **Livre**.)
5. **Jointure** (\bowtie) : L'opération de jointure en algèbre relationnelle combine les tuples de deux relations basées sur une condition commune entre elles. Cette opération permet de créer une nouvelle relation qui combine les tuples des deux relations où la condition spécifiée est satisfaite.
 - Quels sont les livres empruntés par chaque étudiant ? (Considérant les relations **Étudiant** et **Emprunt**, où la jointure se fait sur l'attribut **ID_Etudiant** et les relations **Livre** et **Emprunt**, où la jointure se fait sur l'attribut **ID_Livre**.)
 - Quels sont les étudiants qui ont emprunté des livres écrits par un auteur spécifique A_1 ? (Considérant les relations **Étudiant**, **Emprunt**, et **Livre**, où la jointure se fait sur les attributs appropriés pour associer les étudiants, les emprunts, et les livres.)

Exercice

1. Quels sont les étudiants qui ont emprunté au moins un livre.
2. Quels sont les titres des livres qui n'ont jamais été empruntés par aucun étudiant ?
3. Quels sont les étudiants qui ont emprunté des livres et qui font également partie du groupe G_1 ou G_2 .
4. Quels sont les étudiants qui ont emprunté des livres publiés avant 2010 et qui font également partie des groupes G_1 et G_2 .
5. Identifiez les étudiants qui ont emprunté des livres écrits par un auteur A_1 mais n'ont jamais emprunté des livres publiés avant 2010.
6. Quels groupes n'ont pas d'étudiants ayant emprunté des livres de la bibliothèque ?
7. Quels sont les groupes qui n'ont pas emprunté de livres après la date 01/01/2022 ?
8. Quels sont les livres écrits par un auteur A_3 qui n'ont jamais été empruntés avant 2015 ?
9. À quoi sert l'expression $\pi_{Titre,Auteur}(\sigma_{Annee>2000}(Livre \bowtie Emprunt))$