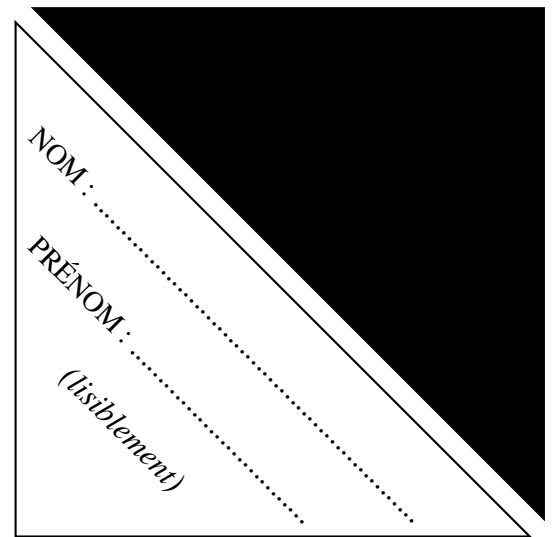


MIDO – L3 – 2022-2023

Bases de données relationnelles

Examen partiel du 27 octobre 2022
(durée 1h30)

N° de groupe de TD :



Répondez directement sur le sujet.
Aucun appareil électronique autorisé.
Utilisez les dernières feuilles en cas de place manquante.

Exercice	Barème	Résultat
1	22	
2	8	
Total	30	
Total	20	

Document autorisé : 1 feuille A4 MANUSCRITE recto-verso (pas de photocopie ni de document imprimé) ou 2 feuilles A4 MANUSCRITES recto. Le barème indiqué est approximatif (sur 30).

Exercice 1 [22 points]

Soit le schéma suivant d'une base de données permettant de gérer des trajets et leur empreinte environnementale, ou bilan carbone :

Trajet(TID, VilleDepart, VilleArrivee)

Empreinte(EID, TID, Transport, CO2)

La relation *Trajet* contient des informations sur des trajets allant d'une ville de départ à une ville d'arrivée. La relation *Empreinte* permet de connaître, pour chaque trajet, la quantité de CO2 émise (en kg) par moyen de transport utilisé.

Les attributs soulignés sont les clés primaires des relations. L'attribut *TID* dans la relation *Trajet* et l'attribut *EID* dans la relation *Empreinte* sont des clés artificielles. L'attribut *TID* dans la relation *Empreinte* est une clé étrangère qui fait référence à la clé primaire de la relation *Trajet*. Aucun attribut ne peut prendre la valeur NULL.

Le tableau suivant donne un exemple d'instance¹ de la relation *Trajet* :

TID	VilleDepart	VilleArrivee
1	Paris	Amsterdam
2	Paris	Caen
3	Marseille	Toulouse

Le tableau suivant donne un exemple d'instance de la relation *Empreinte* :

EID	TID	Transport	CO2
1	1	Train	3.8
2	1	Autocar	18.1
3	1	Avion	61
4	1	Voiture	100
5	2	Train	1.3
6	2	Autocar	8.2
7	2	Voiture	45.4

1. Données issues de <https://www.sncf-connect.com/train/comparateurco2>.

Dans la suite, vous pourrez abréger le nom des relations par *T* et *E*, ainsi que les noms des attributs par leurs initiales (ex. *VilleDepart* par *VD*, *VilleArrivee* par *VA*, etc.).

1. **Quelle(s) contrainte(s) faut-il ajouter dans la base de données pour interdire la création de 2 trajets identiques (i.e. 2 trajets ayant la même ville de départ et la même ville d'arrivée)?** Expliquez.

Solution :

Il faut indiquer que le couple (*VilleDepart*, *VilleArrivee*) est UNIQUE.

2. **Indiquez si les insertions suivantes sont possibles ou non dans les instances présentées précédemment.** Expliquez.

- (a) Insertion du nuplet (8, 3, 'Train', 2.2) dans l'instance de la relation *Empreinte*.

Solution :

L'insertion est possible. Le nuplet inséré comporte 4 valeurs du bon domaine, la valeur de clé primaire n'existe pas déjà et la valeur de clé étrangère référence une valeur existante de clé primaire dans la relation *Trajet*.

- (b) Insertion du nuplet (7, 3, 'Avion', 62) dans l'instance de la relation *Empreinte*.

Solution :

L'insertion n'est pas possible car la valeur de clé primaire 7 existe déjà dans l'instance.

- (c) Insertion du nuplet (9, 4, 'Avion', 140) dans l'instance de la relation *Empreinte*.

Solution :

L'insertion n'est pas possible car il n'existe pas de nuplet identifié par 4 dans la relation *Trajet*. Il y a donc violation de la contrainte d'intégrité référentielle (la clé étrangère n'a pas de valeur correcte).

3. Sur les instances données dans le sujet (sans tenir compte des insertions de la question 2), indiquez le résultat des requêtes suivantes : (Aucune explication demandée)

(a) $\Pi_{TID}(Trajet) - \Pi_{TID}(Empreinte)$

Solution :	
TID	
3	

(b)

$\Pi_{Transport} [\sigma_{(TID=1) \wedge (CO2 < 10)}(Empreinte)]$
 \cap
 $\Pi_{Transport} [\sigma_{(TID=2) \wedge (CO2 < 10)}(Empreinte)]$

Solution :	
Transport	
Train	

(c) $[\sigma_{(TID=1) \wedge (CO2 < 10)}(Empreinte)] \cap [\sigma_{(TID=2) \wedge (CO2 < 10)}(Empreinte)]$

Solution :			
EID	TID	Transport	CO2

(d) $\{t.VilleDepart, t.VilleArrivee \mid Trajet(t) \wedge [\exists e1 Empreinte(e1) \wedge (t.TID = e1.TID)] \wedge \neg [\exists e2 Empreinte(e2) \wedge (e1.CO2 > e2.CO2)]\}$

Solution :	
VilleDepart	VilleArrivee
Paris	Caen

4. **Exprimer les requêtes suivantes en algèbre relationnelle et en calcul à variable nuplet.** *Aucune explication demandée. Vos requêtes doivent fonctionner sur les instances des relations données dans l'énoncé du sujet de l'examen mais aussi sur toutes les autres instances possibles.*

(a) Quelle est la quantité de CO2 d'un trajet en train de Paris à Amsterdam ?

Solution :

$$\Pi_{CO2} [\sigma_{(Transport='Train')}(Empreinte) \bowtie \sigma_{(VilleDepart='Paris') \wedge (VilleArrivee='Amsterdam')}(Trajet)]$$

$$\{e.CO2 \mid Empreinte(e) \wedge (e.Transport = 'Train') \wedge [\exists t Trajet(t) \wedge (t.TID = e.TID) \wedge (t.VilleDepart = 'Paris') \wedge (t.VilleArrivee = 'Amsterdam')]\}$$

(b) Quelles sont les villes d'arrivée accessibles en avion depuis Paris (i.e. les villes d'arrivée des trajets ayant comme ville de départ Paris) avec une quantité de CO2 inférieure à 50 kg ?

Solution :

$$\Pi_{VilleArrivee} [\sigma_{(VilleDepart='Paris')}(Trajet) \bowtie \sigma_{(Transport='Avion') \wedge (CO2 < 50)}(Empreinte)]$$

$$\{t.VilleArrivee \mid Trajet(t) \wedge (t.VilleDepart = 'Paris') \wedge [\exists e Empreinte(e) \wedge (t.TID = e.TID) \wedge (e.Transport = 'Avion') \wedge (e.CO2 < 50)]\}$$

- (c) Quels sont les trajets (en indiquant les villes de départ et les villes d'arrivée) pour lesquels la quantité de CO2 est inférieure à 50 lorsque le moyen de transport utilisé est le train OU l'autocar ?

Solution :

$$\Pi_{VilleDepart, VilleArrivee} \left[\begin{array}{c} (Trajet) \\ \bowtie \\ \sigma_{[(Transport='Avion') \vee (Transport='Train')] \wedge (CO2 < 50)} (Empreinte) \end{array} \right]$$

$$\{t.VilleDepart, t.VilleArrivee \mid Trajet(t) \wedge [\exists e Empreinte(e) \wedge (t.TID = e.TID) \wedge [(e.Transport = 'Avion') \vee (e.Transport = 'Train')] \wedge (e.CO2 < 50)]\}$$

- (d) Quels sont les trajets (en indiquant les villes de départ et les villes d'arrivée) pour lesquels la quantité de CO2 est inférieure à 50 lorsque le moyen de transport utilisé est le train ET lorsque le moyen de transport utilisé est l'autocar ?

Solution :

$$\Pi_{VilleDepart, VilleArrivee} \left[\begin{array}{c} (Trajet) \bowtie \\ \left(\Pi_{TID} \left[\sigma_{[(Transport='Avion') \wedge (CO2 < 50)]} (Empreinte) \right] \right. \\ \cap \\ \left. \Pi_{TID} \left[\sigma_{[(Transport='Autocar') \wedge (CO2 < 50)]} (Empreinte) \right] \right) \end{array} \right]$$

$$\{t.VilleDepart, t.VilleArrivee \mid Trajet(t) \wedge [\exists e1, e2 Empreinte(e1) \wedge Empreinte(e2) \wedge (t.TID = e1.TID) \wedge (t.TID = e2.TID) \wedge (e1.Transport = 'Avion') \wedge (e2.Transport = 'Train')] \wedge (e1.CO2 < 50) \wedge (e2.CO2 < 50)]\}$$

- (e) Quels sont les trajets (en indiquant les villes de départ et les villes d'arrivée) pour lesquels il n'y a pas d'empreinte environnementale dont la quantité de CO2 est supérieure ou égale à 100kg ?

Solution :

$$\begin{aligned} & \Pi_{VilleDepart, VilleArrivee} \\ & \quad [\\ & \quad \quad Trajet \bowtie (\Pi_{TID}(Trajet) - \Pi_{TID}[\sigma_{CO2 \geq 100}(Empreinte)]) \\ & \quad] \\ & \{t.VilleDepart, t.VilleArrivee \mid Trajet(t) \wedge \neg[\exists e \text{ Empreinte}(e) \wedge (t.TID = \\ & e.TID) \wedge (e.CO2 \geq 100)]\} \end{aligned}$$

- (f) Quels sont les trajets (en indiquant les villes de départ et les villes d'arrivée) ayant une empreinte environnementale dont la quantité de CO2 est inférieure à 70 pour tous les moyens de transports possibles (i.e. tous les moyens de transports apparaissant dans la relation Empreinte) ?

Solution :

$$\begin{aligned} & \Pi_{VilleDepart, VilleArrivee, Transport} [Trajet \bowtie \sigma_{CO2 < 70}(Empreinte)] \div \Pi_{Transport}(Empreinte) \\ & \{t.VilleDepart, t.VilleArrivee \mid Trajet(t) \wedge [\forall m \text{ Empreinte}(m) \implies \\ & (\exists e \text{ Empreinte}(e) \wedge (t.TID = e.TID) \wedge (e.CO2 < 70) \wedge (m.Transport = \\ & e.Transport))]\} \end{aligned}$$

5. On suppose maintenant que l'instance de la relation `Trajet` contient \mathcal{T} nuplets et que l'instance de la relation `Empreinte` contient \mathcal{E} nuplets.

Indiquez quel est le nombre de nuplets résultat de chaque requête ci-dessous.

Expliquez.

Lorsque vous ne pouvez pas préciser le nombre exact de nuplets résultat, vous devez préciser une borne supérieure (ex. nombre de nuplets résultats $\leq y$ où y est une borne que vous devez définir).

- (a) `Trajet` \bowtie `Empreinte`

Solution :

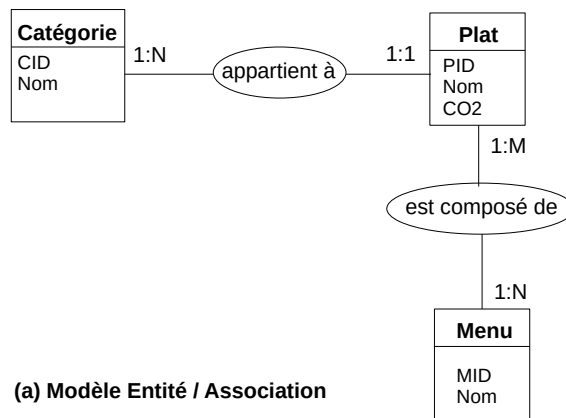
Un nuplet de `Empreinte` se joint avec un et un seul nuplet de `Trajet`. Il y a aura donc exactement \mathcal{E} nuplets résultat de la jointure.

- (b) $\Pi_{Transport, TID}(Empreinte) \div \Pi_{TID}(Trajet)$

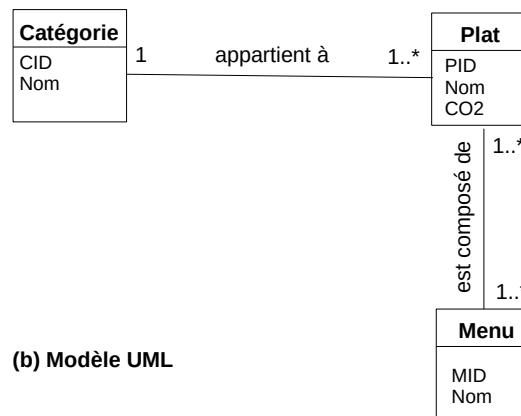
Solution :

La requête va renvoyer les valeurs de l'attribut `Transport` qui, dans `Empreinte`, sont associées à tous les nuplets de la relation `Trajet`. On aura donc au maximum $|\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{T}}|$, i.e. combien on peut avoir de paquets de \mathcal{T} nuplets parmi \mathcal{E} .

Exercice 2 [8 points]



(a) Modèle Entité / Association



(b) Modèle UML

Le schéma de modélisation (en Entité/Association et en UML), ci-dessus, modélise une base de données permettant de gérer des menus alimentaires, afin d'évaluer leur bilan carbone. Un plat est identifié par un numéro (nommé *PID*) et est décrit par son nom et son empreinte carbone. Un plat appartient à une et une seule catégorie, identifiée par un numéro (nommé *CID*) et caractérisée par un nom (ex. Entrée, Viande/Poisson, Accompagnement etc.). Un menu est identifié par un numéro (nommé *MID*) et est caractérisé par un nom. Un menu est composé d'un ou plusieurs plats.

Déduisez le schéma relationnel de la base de données correspondante.

Vous préciserez les clés primaires des relations en les soulignant ainsi que les clés étrangères en les signalant par un # et en précisant à quoi elles font référence. Vous préciserez également toutes les contraintes nécessaires à la bonne gestion du schéma.

Dans votre schéma relationnel, chaque relation doit être spécifiée de la manière suivante : $Nom(\underline{att_1}, \dots, att_n)$ où Nom est le nom de la relation et att_1, \dots, att_n sont des noms d'attributs. Le nom de la relation doit obligatoirement avoir un lien avec les noms des ensembles d'entités (classes) ou des associations du schéma de modélisation.

Aucune explication n'est demandée.

Solution :

Categorie (CID, Nom) de clé primaire CID. Il faut une contrainte d'unicité sur l'attribut Nom, qui ne doit pas accepter la valeur *null*.

Plat (PID, Nom, CO2, CID) de clé primaire PID et de clé étrangère CID faisant référence à la clé primaire de Categorie, ne devant pas accepter la valeur *null*. Il faut une contrainte d'unicité sur l'attribut Nom. Les attributs Nom et Co2 ne doivent pas accepter la valeur *null*.

Menu (MID, Nom) de clé primaire MID et avec une contrainte d'unicité sur l'attribut Nom, qui ne doit pas accepter la valeur *null*.

Composition (PID, MID) de clé primaire le couple (PID, MID) et de clés étrangères MID faisant référence à la clé primaire de Menu et PID faisant référence à la clé primaire de Plat.

La page suivante peut être utilisée comme espace supplémentaire de réponse pour n'importe quelle question de l'examen.

Solution :

Solution :
