

MIDO – L3 – 2023-2024

Bases de données relationnelles

Examen partiel du 26 octobre 2023
(durée 1h30)

N° de groupe de TD :

NOM :
PRÉNOM :
(lisiblement)

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

Exercice	Barème	Résultat
1	25	
2	5	
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).

PARTIE
À
RABATTRE

Exercice 1 [25 points]

Soit le schéma suivant d'une base de données permettant de stocker les émissions de CO2 par habitants dans le monde :

```
ZoneGeo(ZID, Nom, TypeZone)
Localisation(ZIDPays, ZIDContinent)
EmissionsCo2(ZID, CO2_1990, CO2_2018, CO2_2019, Evolution20182019,
Evolution19902019)
```

Les attributs soulignés sont les clés primaires des relations. Aucun attribut ne peut prendre la valeur NULL.

La relation ZoneGeo contient des noms de zones géographiques qui peuvent être des continents ou des pays. L'attribut ZID dans cette relation est une clé artificielle. L'attribut TypeZone peut prendre deux valeurs, Pays ou Continent. Le tableau suivant donne un exemple d'instance de la relation ZoneGeo :

zid	nom	typezone
1	Amérique du Nord	Continent
2	Canada	Pays
3	États-Unis	Pays
4	Amérique centrale et du Sud	Continent
5	Brésil	Pays
6	Europe et ex-URSS	Continent
7	Russie	Pays
8	France	Pays
9	Asie	Continent
10	Chine	Pays
11	Océanie	Continent

La relation Localisation indique dans quel continent se situe chaque pays. Les attributs ZIDPays et ZIDContinent sont des clés étrangères qui font référence à la clé primaire de la relation ZoneGeo.

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

zidpays	zidcontinent
2	1
3	1
5	4
7	6
8	6
10	9

La relation *EmissionsCo2* permet de connaître, pour chaque zone géographique, la quantité, en millions de tonnes, de CO2 émise par habitant en 1990 (attribut *CO2_1990*), en 2018 (attribut *CO2_2018*) et en 2019 (attribut *CO2_2019*), ainsi que l'évolution, en pourcentage, de ces quantités de Co2 entre 2018 et 2019 (attribut *Evolution20182019*) et entre 1990 et 2019 (attribut *Evolution19902019*). L'attribut *ZID* est une clé étrangère qui fait référence à la clé primaire de la relation *ZoneGeo*. Le tableau suivant donne un exemple d'instance¹ de la relation *EmissionsCo2* :

zid	co2_1990	co2_2018	co2_2019	evolution20182019	evolution19902019
1	16.1	12.9	12.5	-3	-22
2	16.4	16	15.6	-3	-5
3	20.3	16.1	15.6	-3	-23
4	1.9	2.5	2.5	-1	32
5	1.5	2.3	2.3	-1	48
6	10.8	7.5	7.3	-2	-32
7	16.2	12.5	12.4	-1	-23
8	6.7	4.9	4.8	-2	-28
9	1.8	4.4	4.5	2	149
10	2.1	8	8.3	3	290
11	11.8	11.8	12.1	3	3

Aucune autre contrainte, que celles définies précédemment, n'existe dans le schéma de la base de données.

Dans la suite, vous pourrez abréger le nom des relations par Z, L et E, ainsi que les noms des attributs par leurs initiales (ex. Nom par N, TypeZone par TZ, CO2_1990 par CO290, Evolution20182019 par E1819, etc.).

1. Quelle(s) contrainte(s) faut-il ajouter dans la base de données pour interdire la création de 2 zones géographiques de même nom ? Expliquez.

Solution :

Il faut ajouter une contrainte d'unicité (UNIQUE) sur l'attribut Nom.

1. Données issues de

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2022/6-emissions-de-co2-hors-utcatf>.

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

(a) Insertion du nuplet (10, 'Inde', 'Pays') dans l'instance de la relation ZoneGeo.

Solution :

L'insertion est impossible. Il existe déjà un nuplet identifié par 10 dans l'instance de la relation ZoneGeo.

(b) Insertion du nuplet (12, 1) dans l'instance de la relation Localisation.

Solution :

L'insertion n'est pas possible car la valeur de clé primaire 12 n'existe pas dans l'instance de la relation ZoneGeo.

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)

$\Pi_{Co2_2019} [\sigma_{Nom='France'}(ZoneGeo) \bowtie (EmissionsCO2)]$

Solution :

Co2_2019
4.8

(b) $\Pi_{ZID}(ZoneGeo) - \Pi_{ZID Pays}(Localisation)$

Solution :

ZID
1
4
6
9
11

(c) $\{z.Nom \mid ZoneGeo(z) \wedge [\exists e EmissionsCo2(e) \wedge (e.ZID = z.ZID)] \wedge [\forall e2 EmissionsCo2(e2) \implies (e.Evolution19902019 \geq e2.Evolution19902019)]\}$

Solution :

Nom
Chine

(d) $\{c.Nom \mid ZoneGeo(c) \wedge (c.TypeZone = 'Continent') \wedge [\exists p1 Localisation(p1) \wedge (p1.ZIDContinent = c.ZID)] \wedge (\forall p2 Localisation(p2) \wedge (p2.ZIDContinent = c.ZID) \implies [\exists e EmissionsCo2(e) \wedge (e.ZID = p2.ZID Pays) \wedge (e.Co2_2019 > 10)])]\}$

Solution :

Nom
Amérique du Nord

4. Exprimez 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) Quel est le nom des zones géographiques (pays ou continent) et leur quantité de CO2 par habitant émise en 2019 ?

Solution :

$\Pi_{Nom, Co2_2019}(ZoneGeo \bowtie EmissionsCo2)$

$\{z.Nom, e.Co2_2019 \mid ZoneGeo(z) \wedge EmissionsCo2(e) \wedge (e.ZID = z.ZID)\}$

- (b) Quels sont les noms des pays, localisés dans le continent Asie OU dans le continent d'Océanie, et l'évolution de leur quantité de Co2 émise entre 1990 et 2019 ?

Solution :

$\Pi_{Nom, Evolution19902019}$
 $[ZoneGeo \bowtie EmissionsCo2 \bowtie_{ZID=ZIDPays}$
 $\Pi_{ZIDPays}(Localisation \bowtie_{ZID=ZIDContient} [\sigma_{(Nom='Asie' \vee (Nom='Océanie'))}(ZoneGeo)])]$
 $\{p.Nom, e.Evolution19902019 \mid ZoneGeo(p) \wedge EmissionsCo2(e) \wedge (e.ZID = p.ZID) \wedge [\exists c, \ell ZoneGeo(c) \wedge Localisation(\ell) \wedge (\ell.ZIDPays = p.ZID) \wedge (\ell.ZIDContient = c.ZID) \wedge ((c.Nom = 'Asie') \vee (c.Nom = 'Océanie'))]\}$

Solution :

- (c) Quel est le nom des continents dont aucun pays n'est mentionné dans l'instance de la relation **Localisation** ?

Sur les instances données précédemment, votre requête doit renvoyer la table suivante :

Nom
Océanie

Solution :

$\Pi_{Nom}[\sigma_{TypeZone='Continent'}(ZoneGeo)] - \Pi_{Nom}(ZoneGeo \bowtie_{ZID=ZIDContinent} Localisation)$
ou
 $\Pi_{Nom}([\Pi_{ZID}[\sigma_{TypeZone='Continent'}(ZoneGeo)] - \Pi_{ZIDContinent}(Localisation)) \bowtie ZoneGeo$
 $\{z.Nom \mid ZoneGeo(z) \wedge (z.TypeZone = 'Continent') \wedge \neg[\exists \ell Localisation(\ell) \wedge (\ell.ZIDContinent = z.ZID)]\}$

- (d) Quel est le nom de chaque pays répertorié dans la base de données et le nom du continent auquel le pays appartient ?

Sur les instances données précédemment, votre requête doit renvoyer la table suivante :
Vous pouvez ne pas tenir compte du renommage des attributs en calcul relationnel.

NomPays	NomContinent
Canada	Amérique du Nord
États-Unis	Amérique du Nord
Brésil	Amérique centrale et du Sud
Russie	Europe et ex-URSS
France	Europe et ex-URSS
Chine	Asie

Solution :

$$\Pi_{NomPays, NomContinent} [\Pi_{Nom \rightarrow NomPays, ZID \rightarrow ZIDPays} (ZoneGeo) \bowtie (Localisation) \\ \bowtie \Pi_{Nom \rightarrow NomContinent, ZID \rightarrow ZIDContinent} (ZoneGeo)]$$

$$\{p.NomPays, c.NomContinent \mid ZoneGeo(c) \wedge ZoneGeo(p) \wedge [\exists \ell Localisation(\ell) \wedge \\ (\ell.ZIDPays = p.ZID) \wedge (\ell.ZIDContinent = c.ZID)]\}$$

- (e) Quels sont les noms des continents ayant au moins 2 pays répertoriés dans la base de données ?

Sur les instances données précédemment, votre requête doit renvoyer la table suivante :

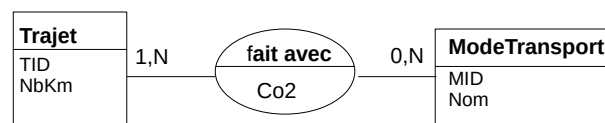
Nom
Amérique du Nord
Europe et ex-URSS

Solution :

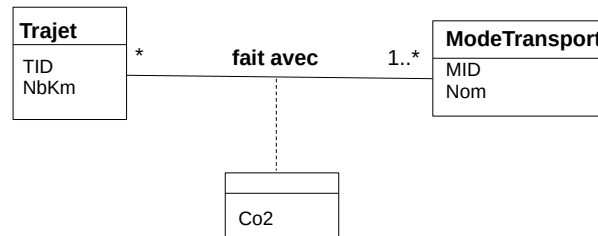
$$\Pi_{Nom} [\sigma_{TypeZone='Continent'} (ZoneGeo) \bowtie_{ZID=ZIDContinent} \\ \sigma_{(ZIDPays1 \neq ZIDPays2)} (Localisation_{ZIDPays \rightarrow ZIDPays1} \\ \bowtie \\ (Localisation_{ZIDPays \rightarrow ZIDPays2}) \\] \\ \{c.Nom \mid ZoneGeo(c) \wedge (c.TypeZone = 'Continent') \wedge [\exists p1, p2 Localisation(p1) \wedge \\ Localisation(p2) \wedge (p1.ZIDContinent = c.ZID) \wedge (p2.ZIDContinent = c.ZID) \wedge \\ (p1.ZIDPays \neq p2.ZIDPays)]\}$$

Solution :

Exercice 2 [5 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 stocker des informations sur l'impact du transport sur le climat. Un trajet est identifié par un numéro (nommé *TID*) et est décrit par un nombre de kilomètres effectués. Un trajet peut se faire avec différents modes de transports. Un mode de transport est identifié par un numéro (nommé *MID*) et est caractérisé par un nom. Pour chaque trajet et chaque mode de transport utilisé pour ce trajet, la base de données stocke la quantité de CO₂ émise en kgs par personne. Par exemple², un trajet de 10 kms réalisé en métro émet 0.03 kg de Co2 par personne. Il émet 0.1 kg de Co2 lorsqu'il est réalisé en vélo, et 1 kg lorsqu'il est réalisé en voiture.

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 (*att*₁, . . . , *att*_{*n*}) où *Nom* est le nom de la relation et *att*₁, . . . , *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 :

Trajet (TID, NbKilometres) de clé primaire TID. Il faut une contrainte d'unicité sur l'attribut NbKilometres, qui ne doit pas accepter la valeur *NULL*.

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

2. Source : <https://impactco2.fr/transport>.

Emission (TID, MID, Co2) de clé primaire (TID, MID). Les attributs TID et MID sont clé étrangère et font respectivement référence à la clé primaire de Trajet et à celle de ModeTransport. Aucun attribut ne doit pas accepter la valeur *Null*.

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

Solution :

Solution :
