

Inscrivez **lisiblement** vos NOM et Prénom en tête de vos copies.

**Exercice 1 : (algèbre relationnelle et SQL - sur 12 points)**

On s'intéresse à la base relationnelle de données PUF dont le schéma est donné ci-contre, décrivant les faits suivants (avec des DF évidentes) :

Usine(NumU, NomU, VilleU, Pays)
Produit(NumP, NomP, Couleur, Poids)
Partenaire(NumPart, NomPart, Statut, VillePart, Pays)
PUF(NumP, NumU, NumPart, Date, Quantité)

- **Usine** : une usine est décrite par son numéro NumU, son nom NomU, la ville VilleU et le Pays où elle est située (il peut y avoir 2 villes homonymes dans deux pays différents).
- **Produit** : un produit est décrit par son numéro NumP, son nom NomP, sa Couleur et son Poids exprimé en kg.
- **Partenaire** : une entreprise partenaire est soit un client, soit un sous-traitant. Chaque entreprise partenaire est décrite par son numéro NumPart, son nom NomPart, son Statut (dont la valeur peut être «sous-traitant» ou «client») et la ville VillePart et le Pays où elle est domiciliée. **Attention** : dans le cas où un partenaire serait à la fois client et sous-traitant, il y aurait 2 numéros de partenaires différents, l'un pour le partenaire client, et l'autre pour le partenaire sous-traitant.
- **PUF** : Cette relation contient deux types d'informations :
  - lorsque l'entreprise partenaire est un «sous-traitant», chaque n-uplet signifie que le sous-traitant de numéro NumPart a délivré à une certaine Date le produit de numéro NumP à l'usine de numéro NumU et que la quantité délivrée de ce produit est Quantité.
  - lorsque l'entreprise partenaire est un «client», chaque n-uplet signifie que le client de numéro NumPart a rapporté à une certaine Date le produit de numéro NumP à l'usine de numéro NumU et que la quantité rapportée de ce produit est Quantité.

Dans chacun de ces 2 cas, on considérera qu'il n'est pas possible qu'une entreprise partenaire délivre (*resp.* rapporte) un même produit à une même usine et à une même date, deux quantités différentes du même produit. Autrement dit une entreprise partenaire se déplace à une usine et pour un produit qu'une seule fois par jour au maximum.

1. [1 point] Donnez les clés primaires et secondaires des 4 relations.
2. [1 point] Donnez le code SQL de création de la table Usine.
3. Exprimer en **algèbre relationnelles puis en SQL** les requêtes suivantes :
  - (a) [1 point] Donnez le numéro, le nom, la ville de toutes les usines.
  - (b) [1 point] Donnez le numéro, le nom de toutes les usines de Paris, France.
  - (c) [2 points] Donnez les numéros des sous-traitants qui approvisionnent l'usine n°2 en produit n°100.
  - (d) [2 points] Donnez les noms et les couleurs des produits livrés par le sous-traitant n°2.
  - (e) [2 points] Donnez les numéros des clients qui ont déjà rapporté au moins un produit rouge à une usine de Biot (France).
  - (f) [2 points] Quels sont les noms des Partenaires-clients qui ont rapporté un produit de poids supérieur à 1 tonne dans une usine en Allemagne ?

**Exercice 2 : (Dépendances fonctionnelles - sur 3 points)**

On considère une relation R construite sur les attributs Propriétaire, Occupant, Adresse, Noapt, Nbpieces, Nbpersonnes, un n-uplet  $(p, o, a, n, nb1, nb2)$  ayant la signification suivante : la personne o (occupant) habite avec nb2 personnes l'appartement de numéro n à l'adresse a ayant nb1 pièces et dont le propriétaire est p.

Une analyse de cette relation nous fournit un ensemble initial  $E$  de dépendances fonctionnelles :

occupant  $\rightarrow$  adresse;      occupant  $\rightarrow$  nbpersonnes;      adresse, noapt  $\rightarrow$  propriétaire;  
occupant  $\rightarrow$  noapt;      adresse, noapt  $\rightarrow$  occupant;      adresse, noapt  $\rightarrow$  nbpièces

1. [1 point] Donner le schéma des dépendances fonctionnelles.
2. [0.5 point] Quels sont les identifiants de R ?
3. [1.5 point] En supposant que tous les attributs sont simples et monovalués, donnez la forme normale de cette relation.

**Exercice 3 : (Amélioration d'un schéma de Base de données - sur 5 points)**

On considère la relation **Participant** dont les attributs sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Cette relation permet aux organisateurs de la célèbre course annuelle *Les exaltés de l'astre lunaire* d'enregistrer des informations concernant les participants des différentes éditions.

En effet, chaque année **Ann** les organisateurs décident d'un parcours **Par** et d'une heure de début de course **HD**. Chaque parcours est une boucle de 50 KMs et un checkpoint se trouve tous les 10 KMs (le dernier, le 5ème, étant la ligne d'arrivée). Lors de son inscription, un participant transmet son nom **Nom** et son âge **Age**. L'âge renseigné le place dans une catégorie **Cat** (exemple : catégorie 1 pour les 18-20 ans ; catégorie 2 pour les 20-30 ans, etc...). Lorsque son inscription est réalisée, le participant se voit attribuer un numéro de dossard **ND** (qui peut évidemment être différent chaque année, si ce même participant est un fervent exalté et décide de se réinscrire à plusieurs éditions).

Lorsqu'il décide de s'arrêter (au  $n$ -ième checkpoint), les organisateurs rajoutent l'heure d'arrivée **HA**, la durée **Dur** ainsi que le checkpoint atteint **CA**. Finalement, le participant se voit attribuer un nombre de points **Pts** qu'il pourra faire valoir afin de gagner une tasse, un stylo ou même un T-shirt.

D'après les informations explicitées ci-dessus, on considèrera la relation suivante :

**Participant** (Nom, Age, ND, Cat, Ann, Par, HD, HA, Dur, CA, Pts)

Abrégé	Attributs	Description
Nom	Nom	Nom du participant inscrit à la course.
Age	Age	Âge du participant.
ND	NuméroDossard	Numéro de dossard attribué au participant.
Cat	Catégorie	Catégorie dans laquelle se trouve le participant.
Ann	Année	Année de l'édition de la course.
Par	Parcours	Nom du parcours annuel de la course.
HD	HeureDépart	Heure de départ officielle de la course.
HA	HeureArrivée	Heure d'arrivée du participant.
Dur	Durée	Différence entre l'heure de départ et d'arrivée.
CA	CheckpointAtteint	Checkpoint tous les 10kms. CA $\in$ {1, 2, 3, 4, 5}
Pts	Points	Nombre de points gagnés par le participant.

On considère les dépendances fonctionnelles suivantes :

ND, Ann  $\rightarrow$  Nom, Age, HA, CA

HD, HA  $\rightarrow$  Dur

Age  $\rightarrow$  Cat

Par, Cat, Dur, CA  $\rightarrow$  Pts

Ann  $\rightarrow$  Par, HD

1. [1 point] Donnez le ou les identifiant(s) de la relation **Participant**. Justifiez votre réponse.
2. [1 point] En supposant que tous les attributs sont simples et monovalués, donnez la forme normale dans laquelle se trouve le schéma. Justifiez votre réponse.
3. [2 points] Proposez une décomposition sans perte d'information de cette relation, qui soit en 3ème Forme Normale (3NF). Justifiez votre réponse.
4. [1 point] La décomposition obtenue est-elle en forme normale de Boyce-Codd? Justifiez.