

## Extrait Centrale 2016 MP, PC, PSI, TSI : Prévention des collisions aériennes

Ce problème s'intéresse à différents aspects relatifs à la sécurité aérienne et plus précisément au risque de collision entre deux appareils. Dans la première partie nous abordons l'enregistrement des plans de vol des différentes compagnies aériennes. La deuxième partie explique la manière d'attribuer à chaque vol un couloir aérien répondant au mieux aux souhaits des compagnies aériennes. Enfin, la troisième partie s'intéresse à la procédure de détection d'un risque de collision entre deux avions se croisant à des altitudes proches.

*Une liste d'opérations et de fonctions qui peuvent être utilisées dans les fonctions Python figure en fin d'énoncé. Les candidats peuvent coder toute fonction complémentaire qui leur semble utile. Ils devront dans ce cas préciser le rôle de cette fonction, la signification de ses paramètres et la nature de la valeur renvoyée.*

### I Plan de vol

Afin d'éviter les collisions entre avions, les altitudes de vol en croisière sont normalisées. Dans la majorité des pays, les avions volent à une altitude multiple de 1000 pieds (un pied vaut 30,48 cm) au-dessus de la surface isobare à 1013,25 hPa. L'espace aérien est ainsi découpé en tranches horizontales appelées niveaux de vol et désignées par les lettres « FL » (*flight level*) suivies de l'altitude en centaines de pieds : « FL310 » désigne une altitude de croisière de 31000 pieds au-dessus de la surface isobare de référence.

EUROCONTROL est l'organisation européenne chargée de la navigation aérienne, elle gère plusieurs dizaines de milliers de vol par jour. Toute compagnie qui souhaite faire traverser le ciel européen à un de ses avions doit soumettre à cet organisme un plan de vol comprenant un certain nombre d'informations : trajet, heure de départ, niveau de vol souhaité, etc. Muni de ces informations, EUROCONTROL peut prévoir les secteurs aériens qui vont être surchargés et prendre des mesures en conséquence pour les désengorger : retard au décollage, modification de la route à suivre, etc.

Nous modélisons (de manière très simplifiée) les plans de vol gérés par EUROCONTROL sous la forme d'une base de données comportant deux tables :

- la table vol qui répertorie les plans de vol déposés par les compagnies aériennes ; elle contient les colonnes
  - id\_vol: numéro du vol (chaîne de caractères) ;
  - départ: code de l'aéroport de départ (chaîne de caractères) ;
  - arrivée: code de l'aéroport d'arrivée (chaîne de caractères) ;
  - jour: jour du vol (de type date, affiché au format aaaa-mm-jj) ;
  - heure: heure de décollage souhaitée (de type time, affiché au format hh:mi) ;
  - niveau: niveau de vol souhaité (entier).

id_vol	depart	arrivee	jour	heure	niveau
AF1204	CDG	FCO	2016-05-02	07:35	300
AF1205	FCO	CDG	2016-05-02	10:25	300
AF1504	CDG	FCO	2016-05-02	10:05	310
AF1505	FCO	CDG	2016-05-02	13:00	310

**Figure 1** Extrait de la table vol: vols de la compagnie Air France entre les aéroports Charles-de-Gaule (Paris) et Léonard-de-Vinci à Fiumicino (Rome)

- la table aeroport qui répertorie les aéroports européens ; elle contient les colonnes
  - id\_aero: code de l'aéroport (chaîne de caractères) ;
  - ville: principale ville desservie (chaîne de caractères) ;
  - pays: pays dans lequel se situe l'aéroport (chaîne de caractères).

id_aero	ville	pays
CDG	Paris	France
ORY	Paris	France
MRS	Marseille	France
FCO	Rome	Italie

**Figure 2** Extrait de la table aeroport

Les types SQL date et time permettent de mémoriser respectivement un jour du calendrier grégorien et une heure du jour. Deux valeurs de type date ou de type time peuvent être comparées avec les opérateurs habituels (=, <, <=, etc.). La comparaison s'effectue suivant l'ordre chronologique. Ces valeurs peuvent également être comparées à une chaîne de caractères correspondant à leur représentation externe ('aaaa-mm-jj' ou 'hh:mi').

**I.A –** Écrire une requête SQL qui fournit le nombre de vols qui doivent décoller dans la journée du 2 mai 2016 avant midi.

**I.B –** Écrire une requête SQL qui fournit la liste des numéros de vols au départ d'un aéroport desservant Paris le 2 mai 2016.

**I.C –** Que fait la requête suivante ?

```
SELECT id_vol
FROM vol
JOIN aeroport AS d ON d.id_aero = depart
JOIN aeroport AS a ON a.id_aero = arrivee
WHERE d.pays = 'France'
AND a.pays = 'France'
AND jour = '2016-05-02'
```

**I.D –** Certains vols peuvent engendrer des conflits potentiels : c'est par exemple le cas lorsque deux avions suivent un même trajet, en sens inverse, le même jour et à un même niveau. Écrire une requête SQL qui fournit la liste des couples (Id<sub>1</sub>, Id<sub>2</sub>) des identifiants des vols dans cette situation.

*Éléments de correction*

---

**I plan de vol**

I.A – Si midi est inclus :

```
SELECT COUNT(*)
FROM vol
WHERE jour = '2016-05-02'
AND heure<='12:00'
```

Sinon :

```
SELECT COUNT(*)
FROM vol
WHERE jour = '2016-05-02'
AND heure < '12:00';
```

**I.B –**

3 interprétations :

- Numéro des vols (v1) tels qu'il existe un vol (v2) partant du même aéroport et arrivant dans l'un des aéroports de Paris le 2mai 2016 :

```
SELECT v1. id_vol
FROM vol v1 JOIN vol v2 ON v1. depart = v2. depart
JOIN aeroport ON v2. arrivee = id_aero
WHERE ville = 'Paris '
AND v2. jour = '2016-05-02 ';
```

- 
- Numéro des vols arrivant dans l'un des aéroports de Paris le 2mai 2016 :

```
SELECT id_vol
FROM vol JOIN aeroport ON arrivee = id_aero
WHERE ville = 'Paris '
AND jour = '2016-05-02 ';
```

- Numéro des vols partant de l'un des aéroports de Paris le 2mai 2016 :

```
SELECT id_vol
FROM vol JOIN aeroport ON depart = id_aero
WHERE ville = 'Paris'
AND jour = '2016-05-02 ';
```

**I.C** – Cette requête renvoie les numéros de vols intérieurs (entre deux villes françaises) le 2 mai 2016.

**I.D –**

```
SELECT v1.id_vol , v2. id_vol
FROM vol v1
JOIN vol v2 ON v1. niveau = v2. niveau
AND v1. depart = v2. arrivee
AND v1. arrivee = v2. depart
AND v1. jour = v2. jour
WHERE v1. id_vol < v2. id_vol ; -- pour éviter les doublons
```