

Les documents de cours, TD et TP sont autorisés

L'examen est prévu pour une durée de deux heures

**Exercice 1 : Optimisation multicritère (8 pts)**

Soit un problème d'ordonnancement de plan d'usinage. L'objectif étant d'obtenir le meilleur plan de production minimisant le temps de terminaison  $f_1$ , le temps de retard  $f_2$  et maximisant le profit  $f_3$ . Soit  $P$  le front Pareto connu du problème composé des cinq solutions suivantes de fitness  $(f_1, f_2, f_3)$ :

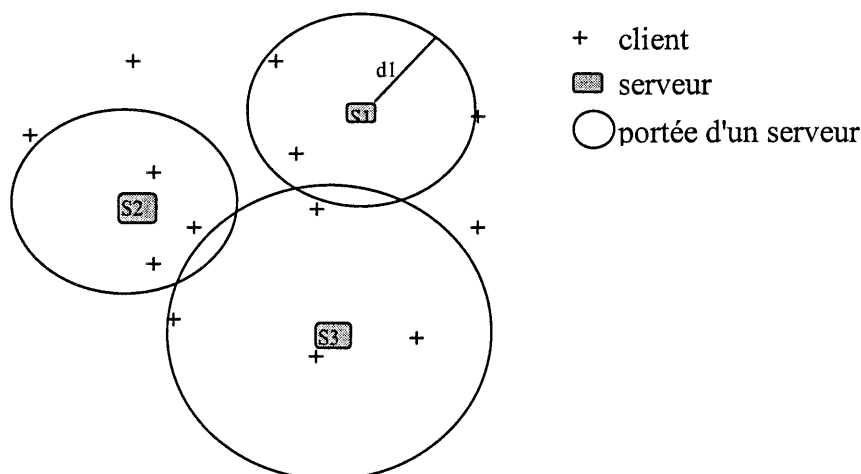
$$P = \{(24, 3, 5000); (22, 6, 6000); (30, 2, 4000); (23, 3, 7000); (30, 3, 3000)\}$$

- 1- Donnez les fitness des solutions de  $P$  dominants la solution fictive de fitness  $(25, 7, 5000)$  (1,5 pts)
- 2- Donnez les fitness des solutions de  $P$  dominées par la solution fictive de fitness  $(25, 7, 5000)$  (1,5 pts)
- 3- Donnez la fitness de la solution obtenue par transformation du problème en problème monocritère par la méthode  $\epsilon$ -contrainte.  $f_1$  est le critère principal et  $f_2, f_3$  sont converties en contraintes avec les seuils  $\epsilon_2 = 5$  et  $\epsilon_3 = 5500$  (2,5 pts)
- 4- Donnez la fitness de la solution *MinMax* optimale (2,5 pts)

**Exercice 3. Modélisation (6 Pts)**

Soit un ensemble de  $n$  clients,  $c_i$ , répartis géographiquement connus par leurs coordonnées. Soit un ensemble de  $m$  serveurs,  $s_j$ , à placer sur une zone géographique de manière à garantir le service pour chaque client et à minimiser la distance maximale entre un client et son serveur. Le serveur d'un client correspond au serveur le plus proche dont la portée permet de couvrir le client.

Chaque serveur,  $s_i$ , définit une distance maximale de service  $d_i$  représentant la distance au-delà de laquelle le client est hors portée.



P.S. Vous pouvez utiliser la notation  $dist(c_i, s_j)$

- 1- Quelles sont les variables de décision du problème ? (1 pts)
- 2- Donnez l'expression mathématique des contraintes du problème (2,5 pts)
- 3- Donnez l'expression mathématique de la fonction à optimiser (2,5 pts)

### Exercice 2 : Recuit simulé (6 pts)

Soit  $O$  un ensemble de  $m$  objets. Un objet  $o_i$  est désigné par un prix  $p_i$  et un volume  $v_i$ . Il s'agit alors de sélectionner un sous ensemble d'objets de  $O$  de manière à ne pas dépasser un seuil  $v_{\max}$  et à maximiser le prix des objets sélectionnés.

La fonction objectif est exprimée par la formule :  $\max f = \sum_{i=1}^m p_i \times x_i$

Où  $x_i$  désigne une variable binaire de décision :  $x_i = 1$  signifie que l'objet  $o_i$  est sélectionné et 0 sinon. Soit l'algorithme de recuit simulé suivant :

Début

```

1-   Pour i=1 à m,  $x_i = 0$ 
2-   Volume=0
3-   Prix=0
4-   Tant que (Volume+  $v_i \leq v_{\max}$  )
5-        $x_i = 1$ 
6-       Volume = Volume +  $v_i$ 
7-       Prix=Prix+  $p_i$ 
8-   Fin Tant que
9-   T=5000
10-  Tant que T>0
11-      Choisir un objet  $o_i$  aléatoirement
12-       $x_j = 1 - x_i$ 
13-      Si  $x_j = 1$  et Volume +  $v_j \geq v_{\max}$ 
14-           $x_j = 1 - x_j$  ; retourner à 11
15-      Si  $x_j = 0$ 
16-          Si rand(0..1)<exp(  $p_i / T$  )
17-              Volume = Volume -  $v_j$ 
18-              Prix=Prix-  $p_j$ 
19-          Sinon
20-               $x_i = 1 - x_i$  ; retourner à 11
21-      T=T-1
22-  Fin Tant que

```

- 1- Que représente la variable *Prix* (1 pts) (réponse en une phrase) ?
- 2- Quel rôle joue les instructions de 1 à 8 (1 pts) (réponse en une phrase) ?
- 3- Que vérifie les instructions 13 et 14 (1 pts) (réponse en une phrase) ?
- 4- A quoi correspond la condition de l'instruction 16 (1 pts) (réponse en une phrase) ?
- 5- La partie de code entre 12 et 20 comporte deux erreurs, lesquelles ? Corrigez ! (2 pts)