



**EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE**  
**SEMESTRE D'AUTOMNE**  
**Session Normale – Décembre 2018**

Épreuve : La Recherche Opérationnelle  
Enseignant : Nouredine AMINE  
Niveau : 4<sup>ème</sup> Année S7  
Jour/Date : Lundi 24/12/2018  
Durée : 2h

**I- (12 pts)**

1.)

- a) *Ecrivez en extension le nom du système de programmation linéaire LINDO*
- b) *Rappelez les principales étapes de résolution d'un PL par le solveur sur Excel*

2) Soient les tableaux de simplexe relatifs à des programmes linéaires de maximisation:

	x1	x2	e1	e2	B
e1	1	2	1	0	14
e2	4	3	0	1	21
Z	10	19	0	0	0

	x1	x2	e1	e2	B
e1	2	2	1	0	12
e2	1	1	0	1	15
Z	19	19	0	0	0

- a) *Déterminez le pivot pour chaque situation*
- b) *Quelle est la conséquence d'un mauvais choix de pivot?*

3) Soit le problème linéaire suivant:

$$\text{Max } Z = 10x_1 + 24x_2 + 8x_3$$

Sous:

$$2x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 20$$

$$4x_1 + 2x_2 + 6x_3 = 16$$

Con:

$$x_1 \geq 0; \quad x_2 \geq 0; \quad x_3 \geq 0$$

a) Donnez le programme linéaire Dual

b) Ecrivez le programme Dual sous la forme standard

c) Dressez le tableau initial de simplexe

Handwritten notes and calculations:

2	4	2	20
4	2	6	16
10	24	8	-

$2y_1 + 4y_2 < 10$   
 $4y_1 + 2y_2 < 24$   
 $10 + 24 \leq 6 + 18$   
 $F = 20y_1 + 16y_2$

## II- (8pts)

1) Soit la matrice A suivante:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 4 & 2 \end{bmatrix}$$

~~a) Calculez les valeurs propres de A~~

~~b) Trouvez les vecteurs propres de A~~

~~c) Donnez la matrice de passage P~~

2) Soit le dictionnaire des prédécesseurs suivant :

Sommet	Prédécesseur
A	E
B	A
C	A B
D	A C E
E	A

a) Construire le graphe G

b) Déterminez un chemin et un circuit à partir du graphe G

c) Donnez le dictionnaire des successeurs

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ**

**EXAMEN DE RATRAPAGE**  
**Février 2018**

: La Recherche Opérationnelle  
 : Jeudi 01-02-2018  
 : 1h30

**I- (10 pts)**

1. Soit la matrice A suivante:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 2 & 4 & 3 \\ 4 & 8 & 2 \end{bmatrix}$$

Justifier sans faire de calcul pourquoi la matrice A est non inversible?

2. Déterminez les valeurs et les vecteurs propres de la matrice A suivante:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$$

3. <sup>Quatre</sup> quatre pays envoient chacun à une conférence deux espions; chaque espion doit espionner tous les espions des autres pays.

- Quelle est le degré de chaque sommet?
- En déduire le nombre d'arêtes du graphe

*ASD et espion*  
*Abolabilité: des*  
*du graphe.*

**II- (10 pts)**

Un industriel fabrique et commercialise deux produits A et B. la production mensuelle nécessite trois matières M1, M2 et M3. Le tableau suivant synthétise les proportions des matières M1, M2 et M3, nécessaires à la fabrication de chaque produit:

	Produit A	Produit B
M1	2	1
M2	1	2
M3	0	1

Le stock disponible de M1 est de 800, 700 de M2 et 300 de M3.

Les prix de vente sur le marché des produits A et B sont respectivement 4 et 5.

L'objectif de l'industriel est de maximiser le chiffre d'affaires mensuel.

- Formalisez le problème par un programme linéaire
- Résoudre le programme linéaire en utilisant la méthode graphique
- Quelle sera la nature de la solution si les proportions nécessaires de M3 est de 4 pour A et 5 pour B



**EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE**  
**SEMESTRE D'AUTOMNE**  
**Session Normale - Décembre 2017**

Épreuve : La Recherche Opérationnelle  
Enseignant : Nouredine AMINE  
Niveau : 4ème année – Semestre 7  
Jour/Date : Jeudi 21-12-2017  
Durée : 2h

**Test de connaissance (3 pts)**

Rappelez les étapes de la résolution d'un Programme Linéaire à l'aide du solveur

**I- (8 pts)**

1) Soient les tableaux de simplexe relatifs à des programmes linéaires de maximisation:

	x1	x2	e1	e2	B
e1	20	20	1	0	140
e2	50	20	0	1	200
Z	10	10	0	0	0

	x1	x2	e1	e2	B
e1	10	20	1	0	140
e2	40	30	0	1	210
Z	12	18	0	0	0

Déterminez le pivot dans chaque cas de figure

2) Soit le problème linéaire suivant:

$$\text{Max } Z = 5x_1 + 6x_2$$

Sous:

$$-x_1 + x_2 \leq 4$$

$$5x_1 + 3x_2 = 60$$

$$x_2 \geq 5$$

$$\text{Cnn: } x_1 \geq 0 ; \quad x_2 \geq 0$$

- Écrivez le programme sous la forme standard et dressez le tableau initial de simplexe (tableau 1)
- Procédez à une itération (tableau 2)
- Donnez le programme linéaire Dual

## II- (9 pts)

1) Soit la matrice A suivante:

$$A = \begin{bmatrix} a & 2 \\ 3 & b \end{bmatrix} \quad a -$$

- Calculez les valeurs de a et b pour que les valeurs propres de A soient -1 et 4
- Trouvez les vecteurs propres de A

2) Soit le graphe orienté  $G=(X, A)$  tel que :

$$X = \{1; 2; 3; 4; 5\}$$

$$A = \{(1, 2); (1, 4); (2, 2); (2, 3); (2, 4); (3, 5); (4, 3); (5, 3)\}$$

- Construire le graphe  $G = (X, A)$
- Donnez le demi-degré extérieur de 2 et le demi-degré intérieur de 4
- Déterminez un chemin à partir du graphe G
- Donnez le dictionnaire des successeurs et le dictionnaire des prédécesseurs

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ**



Université Abdelmalek Essaâdi

Ecole Nationale de Commerce et de Gestion

Adresse : B.P.1255 Tanger Principal - Maroc. Fax : 039 31-34-93

Tel : 05 39 31 34 87/ 88/ 89 Fax: 05 39 31-34-93

Site web : [www.encgt.ma](http://www.encgt.ma)

**EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE**  
**SEMESTRE D'AUTOMNE**  
**Session Normale 2016-2017**

Épreuve : La Recherche Opérationnelle  
Enseignant : Nouredine AMINE  
Niveau : DENC G - 4ème année – Semestre 7  
Jour/Date : Jeudi 05/01/2017  
Durée : 2h

**Exercice 1 (4 pts)**

Soit la matrice A suivante :

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

1. *Donnez le polynôme caractéristique*
2. *Déterminez les valeurs propres et des vecteurs propres de A*

**Exercice 2 (6 pts)**

1. Soit le tableau initial d'un problème de maximisation

	x1	x2	e1	e2	B
e1	2	2	1	0	14
e2	4	2	0	1	18
Z	10	10	0	0	0

- a) *Déterminez le pivot. Justifier votre choix*
- b) *Quel est l'impact d'un mauvais choix du pivot sur la résolution du problème?*

2. Soit le tableau de simplexe relatif à un problème de maximisation

	x1	x2	e1	e2	B
e1	0	-4	1	2	14
x1	1	-1	0	1	18
Z	0	2	0	-7	-100

- a) *Quelle est la nature de solution?*

b) Même question si on a le résultat suivant:

	x1	x2	e1	e2	B
x2	0	1	11	5	4
x1	1	0	10	1	8
Z	0	0	0	-7	-110

**Exercice 3 (6 pts)**

Soit le programme linéaire suivant:

$$\text{Min } W = 120x_1 + 100x_2$$

Sous:

$$2x_1 + 4x_2 \geq 6$$

$$3x_1 + 2x_2 \geq 15$$

Cnn:

$$x_1 \geq 0 \quad ; \quad x_2 \geq 0$$

- a) *Ecrivez le programme sous la forme standard*
- b) *Donnez le tableau initial du problème*
- c) *Donnez le tableau correspondant à la première itération*

**Exercice 4 (4 pts)**

- 1. *Dessiner les graphes complets pour  $n = 2, n = 3, n = 4, n = 5$*
- 2. Soit  $M$  la matrice d'adjacence d'un graphe  $G$ :

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

- a) *Combien de sommets le graphe  $G$  a-t-il ?*
- b) *Combien d'arêtes le graphe  $G$  a-t-il ?*

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE**



**EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE**  
**SEMESTRE D'AUTOMNE**  
Session Normale - Janvier 2016

Épreuve : La recherche opérationnelle  
Enseignant : Nouredine AMINE  
Niveau : 4ème année – Semestre 7  
Jour/Date : Lundi 18-01-2016  
Durée : 2h

**Test de connaissance (4pts)**

1. Programmation linéaire et programmation informatique
2. Etapes de résolution d'un PL à l'aide du solveur

**I- (7pts)**

On cherche à investir une somme comprise entre 1 et 6 millions. Trois possibilités sont offertes, dont les rapports annuels sont les suivants: Action CT: 2%, actions MLT: 10%, obligations : 6%.

On suppose que les taux restent constants dans le temps. L'objectif est de déterminer la politique d'investissement assurant le rendement global maximal, tout en respectant les règles suivantes, issues d'une analyse de risques de l'environnement financier:

- L'investissement en Action CT ne doit pas excéder 3 millions.
- L'investissement en obligations ne doit pas excéder 4 millions.
- L'investissement en actions MLT ne doit pas excéder 4 millions diminués du tiers de l'investissement en obligations.

1. Formaliser ce problème à l'aide de la programmation linéaire
2. Ecrire le programme linéaire sous la forme standard
3. Dresser le tableau initial associé à ce problème

II- (5pts)

Soit la matrice A suivante:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$$

1. Calculez le polynôme caractéristique
2. Trouvez les valeurs propres de A
3. Trouvez les vecteurs propres de A

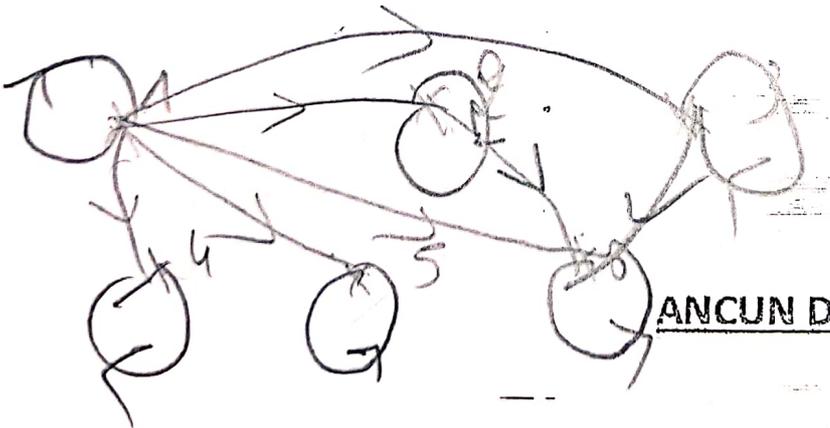
III- (4pts)

1. Soit  $X = \{1; 2; 3; 4\}$

$$A = \{(2, 1); (2, 2); (3, 1); (3, 2); (3, 3); (3, 4); (4, 1); (4, 2); (4, 3)\}$$

Construire le graphe  $G = (X, A)$

2. Construire un graphe orienté dont les sommets sont les entiers compris entre 1 et 6 et dont les arcs représentent la relation « être diviseur de ».



ANCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

4 pays  
2 espion  
8





**Examen du premier semestre**  
**Session Normale**  
**Janvier 2015**

---

Durée de l'épreuve : 2h  
Niveau : 4<sup>ème</sup> Année  
Epreuve de : La Recherche Opérationnelle

---

**Traitez l'ensemble des questions suivantes**

**Exercices 1 (5pts)**

Une entreprise fabrique deux produits A et B. Le processus de production nécessite deux catégories de matières premières M1 et M2. Le produit A nécessite 6 tonnes de M1 et 1 tonne de M2 par jour. Dans la production de B on utilise 4 tonnes de M1 et 2 tonnes de M2 par jour.

Le stock journalier disponible est respectivement 24 tonnes pour M1 et 6 tonnes pour M2.

En plus, la demande maximale en A est de 2 tonnes par jour.

La production en A ne dépasse que d'une tonne celle B.

La marge commerciale dégagée est évaluée à 5 pour A et 4 pour B.

**Formaliser le problème par un modèle de programmation linéaire.**

**Exercices 2 (4pts)**

Soit le programme linéaire suivant:

$$\text{Min } Z = 30x_1 - 10x_2$$

Sous :

$$50x_1 + 60x_2 \geq 100$$

$$20x_1 - 70x_2 = -140$$

$$\text{Cnn : } x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0$$

1. Écrire le programme linéaire sous la forme standard.
2. Ecrire le tableau de simplexe initial relatif à ce programme linéaire.
3. Donner un programme linéaire identique à ce problème de minimisation.

### Exercices 3 (5pts)

Résoudre le programme linéaire suivant:

$$\text{Max } Z = 4x_1 + 3x_2$$

Sous :

$$x_1 + x_2 \leq 2$$

$$3x_1 + x_2 \geq 10$$

$$\text{Cm} : \quad x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0$$

### Exercices 4 (6pts)

Deux partis Droite (D) et Gauche (G) s'affrontent à chaque élection. Historiquement, les précédents scrutins montrent que :  
 65 % des électeurs ayant choisi G à une élection restent fidèles à G à l'élection suivante.  
 55 % des électeurs ayant choisi D à une élection restent fidèles à D à l'élection suivante.

Les autres électeurs changent leur vote et on suppose que la population des électeurs reste stable au cours des années.

1. Représenter la situation par un graphe probabiliste de sommets G et D.
2. Écrire la matrice de transition M de ce graphe en prenant les sommets G et D dans cet ordre.
3. Soit  $P = [x, y]$  la matrice ligne de l'état probabiliste stable. Déterminer x et y. Interpréter le résultat.

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ



**Examen du premier semestre**  
**Session Normale-Janvier 2014**

Matière : La Recherche Opérationnelle  
 Niveau : 4<sup>ème</sup> Année  
 Responsable : Nouredine AMINE  
 Durée de l'épreuve : 2h

**Exercice N°1**

On cherche à investir une somme comprise entre 1 et 6 millions. Trois possibilités sont offertes, dont les rapports annuels sont les suivants: Action CT: 2%, actions MLT: 10%, obligations : 6%.

On suppose que les taux restent constants dans le temps. L'objectif est de déterminer la politique d'investissement assurant le rendement global maximal, tout en respectant les règles suivantes, issues d'une analyse de risques de l'environnement financier:

- L'investissement en Action CT ne doit pas excéder 3 millions.
  - L'investissement en obligations ne doit pas excéder 4 millions.
  - L'investissement en actions MLT ne doit pas excéder 4 millions diminués du tiers de l'investissement en obligations.
1. Formaliser ce problème à l'aide de la programmation linéaire.
  2. Ecrire le programme linéaire sous la forme standard.
  3. Dresser le tableau initial associé à ce problème.

**Exercice N°2**

Soit le tableau N°i du simplexe relatif à un problème de minimisation :

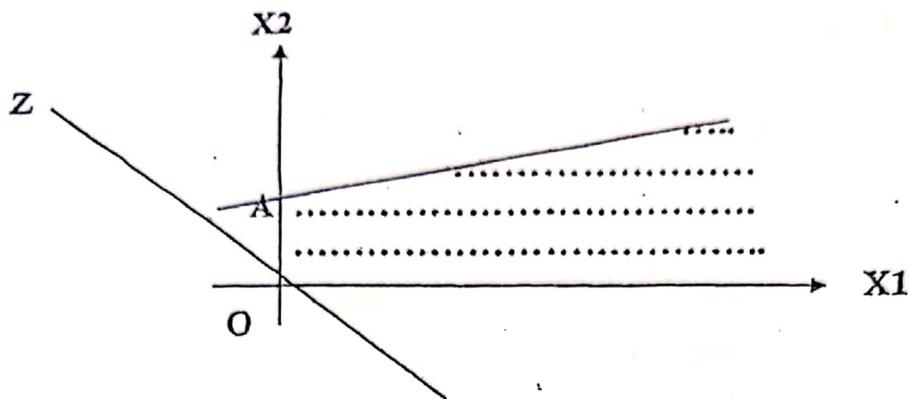
$$\text{Min } Z = 120X_1 + 100X_2 + 0 e_1 + 0 e_2 + M a_1 + M a_2$$

	VEB+VHB	X1	X2	e1	e2		a2	b
100	VEB							
M	X2	1/2	1	-1/4	0		0	3/2
ci	a2	2	0	0	-1		1	12
		50+2M	100	-25+M/2	-M		M	
	Z	70-2M	0	25-M/2	M		0	150+12M

Donner le tableau suivant N°i+1 (en procédant par une itération)  
 expliquer votre démarche.

### Exercice N°3

1. Soit le graphe relatif à un problème linéaire de maximisation



Donner la nature de la solution associée à ce problème. Justifier votre réponse.

2. Soit le programme linéaire suivant

$$\text{Max } Z = 50x_1 + 120x_2 + 40x_3$$

$$\text{s.c. } 5x_1 + 12x_2 + 4x_3 \leq 100$$

$$2x_1 + x_2 + 3x_3 = 80$$

$$x_1 : \text{SRS} ; x_2 \leq 0 ; x_3 \geq 0$$

- Ecrire le PL sous la forme standard.
- Donner le programme linéaire dual

### Exercice N°4

Soit la matrice booléenne suivante :

	A	B	C	D	E
A	0	1	1	0	0
B	0	0	0	1	0
C	0	0	0	1	0
D	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0

- Définir la notion de sous graphe et de graphe partiel. Donner un exemple de votre choix.
- Tracer le graphe correspondant à cette matrice.
- Décomposer le graphe en niveau.

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ



Examen du premier semestre  
Session Normale  
Janvier 2013

Durée de l'épreuve : 2h  
Niveau : 4<sup>ème</sup> Année  
Epreuve de : La Recherche Opérationnelle  
Responsable : Noureddine AMINE

Traitez l'ensemble des questions suivantes

Question N°1 : (5 points)

- ✓ a) Limites des méthodes de la Recherche Opérationnelle.  
b) Programmation linéaire et programmation informatique.  
✓ c) Différences entre un Programme Linéaire Mixte et un Programme Linéaire à Variables Mixtes.

Question N°2 : (5 points)

Soit le Programme Linéaire suivant :

1. Max  $z = 24x_1 + 20x_2 + 16x_3$

Sujet à :

$$\begin{array}{l} 6x_1 + 8x_2 - 4x_3 \leq 20 \rightarrow +e \\ 6x_1 + 3x_2 + 5x_3 = 40 \rightarrow +a \\ -4x_1 + 10x_2 - 8x_3 \leq 10 \rightarrow -e + a \end{array}$$

Sous les CNN :  $x_1 \geq 0 ; x_3 \geq 0$

*Ecrire le programme sous la forme standard.*

$$2. \text{ Max } z = 2x_1 + 3x_2 + x_3$$

Sujet à :

$$3x_1 + 8x_2 - 2x_3 \leq 30$$

$$5x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 50$$

Sous les CNN :  $x_1 \geq 0$  ;  $x_2 \geq 0$  ;  $x_3 \geq 0$

- ✓
- a) *Ecrire le programme dual correspondant.*  
 b) *Donner un programme linéaire équivalent.*

Question N°3 : (6 points)

1. Soit le Programme Linéaire suivant :

$$\text{Min } z = 3x_1 + 10x_2$$

$$\text{Sous : } 5x_1 + 6x_2 \geq 10$$

$$2x_1 + 7x_2 \geq 14$$

CNN :  $x_1 \geq 0$  ;  $x_2 \geq 0$

*Résoudre le programme en utilisant la méthode du grand M*

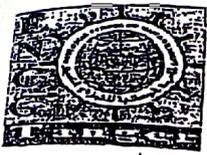
Question N°4 : (4 points)

Soit Le tableau final d'un Programme Linéaire de Maximisation

	X1	X2	e1	e2	e3	B
X1	1	0	2	0	7	60
X2	0	1	3	0	9	45
e2	0	0	4	1	5	10
Z	0	0	-26	0	-44	-3000

Donner le tableau final du dual.

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ



**Examen de fin de Semestre**  
**Session d'automne Janvier 2012**

Matière : La Recherche Opérationnelle  
 Niveau : 4<sup>ème</sup> Année (Semestre 7)  
 Responsable : N.AMINE  
 Durée de l'épreuve : 2H

**Exercice 1 : (5pts)**

Soit le tableau final du simplexe relatif à un problème de maximisation :

	x	y	E1	E2	E3	E4	E5	
E1	0	0	1	5/3	0	0	8	6 400
x	1	0	0	10/3	0	0	2	8 000
E3	0	0	0	2/3	1	0	2	5 600
E4	0	0	0	-10/3	0	1	2	12 000
y	0	1	0	10	0	0	1	16 000
z	0	0	0	-4000/3	0	0	-300	11 200 000

} dégénérée

- 1) Déterminer le résultat optimal.
- 2) En déduire le résultat dual (le tableau dual notamment)
- 3) Changer le tableau primal final pour que :
  - La solution soit multiple.
  - La solution soit dégénérée.

(multiple)

**Exercice 2: (5pts)**

Soit le programme linéaire suivant:

$$\text{Max } Z = 5x + 7y + 9z$$

$$\text{sous } 2x + 4y + 6z \leq 24$$

$$5x + 2y + 3z \leq 24$$

$$x, y, z \geq 0$$

- Résoudre le programme en utilisant la méthode graphique.

Exercice3: (6pts)

1. Soit le programme suivant:

$$\text{Min } z = 2x_1 + x_2$$

Sous:

$$4x_1 + 2x_2 \geq 12$$

$$x_1 + 5x_2 \leq 10$$

$$2x_1 + 3x_2 = 7$$

$$x_1 \geq 0 \text{ et } x_2 \leq 0$$

$$\begin{aligned} 4x_1 + 2x_2 - e_1 + a_1 &= 12 \\ x_1 + 5x_2 + e_2 &= 10 \\ 2x_1 + 3x_2 + \frac{a_3}{\sqrt{3}} &= 7 \end{aligned}$$

- Donner un programme de maximisation similaire.
- Ecrire le programme de maximisation sous la forme standard.
- En se basant sur vos connaissances quelle est la nature de la solution. X

2. Soit le programme suivant :

$$\text{Max } z = 2x_1 + 3x_2$$

Sous:

$$3x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 5$$

$$x_1 + 5x_2 - 2x_3 \leq 6$$

$$x_1 + 3x_2 + x_3 = 4$$

$$x_1 \geq 0 ; x_2 \leq 0 \text{ et } x_3 : \text{SRS (SRS : Sans Restriction de Signe)}$$

- Déterminer le programme dual.

Exercice4: (4pts)

Trois entreprises envoient chacune à une conférence deux négociateurs ; chaque négociateur doit négocier individuellement avec tous les représentants des autres entreprises (mais pas avec son propre collègue!).

- Représentez cette situation par un graphe dans lequel chaque arête reliant  $i$  et  $j$  signifie que  $i$  négocie avec  $j$  que et  $j$  négocie avec  $i$ .
- Ce graphe est-il connexe ?

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

Jun 2013

Examen du Deuxième Semestre  
Session Normale

Durée de l'épreuve : 2h  
 Niveau : Mastère Sciences de Gestion  
 Epreuve de : La Recherche Opérationnelle

Traitez l'ensemble des questions suivantes

I-

- ✓ 1. Méthodes de la recherche opérationnelle : intérêt et limites
2. Discutez les hypothèses de la Programmation Linéaire
3. Choix d'investissement: Conflit des indicateurs

II- Donnez une synthèse de votre travail personnel

III-

1. Soit le tableau relatif à un Programme Linéaire de maximisation

	X1	X2	X3	E1	E2	E3	
X1				50	81	77	60
X2				30	92	17	40
X3				20	43	67	70
Z				-160	-150	-200	-60000

1

33

- a) Complétez le tableau pour qu'il soit :
  - Optimal
  - Avec solutions multiples
  - Avec solution dégénérée
  - Sans solution optimale

- b) En déduire le tableau final du dual

2. Soit la matrice A suivante:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -2 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- a) Calculez le polynôme caractéristique
- b) Trouvez les valeurs propres de A
- c) Trouvez les vecteurs propres de A
- d) Ecrire la matrice inverse de A en fonction de A

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

2



Université Abdelmalek Essaâdi  
Ecole Nationale de Commerce et de Gestion  
National School of Management  
Tél : 039-31-34-87/88/89, Fax : 039-31-34-93 , Adresse: B.P 1255 Tanger-Maroc  
Site Web: [www.encgt.ma](http://www.encgt.ma)

**EXAMEN DE LA SESSION D'AUTOMNE**  
**SESSION NORMALE - JANVIER 2011**

Epreuve : Recherche Opérationnelle  
Responsable : Nouredine AMINE  
Niveau : 4<sup>ème</sup> année - Semestre 07  
Durée : 2 heures

Question : (6pts)

- Définir les notions suivantes :
  - Plan sécant.
  - Solution de base admissible.
- Quelle est l'hypothèse écartée (du modèle de la PL) dans l'étude des problèmes de la programmation linéaire en nombres entiers ?
- Un client et un fournisseur sont liés par une relation depuis plus de cinq ans. On compte une dizaine d'opérations d'échange par trimestre.
  - Si on qualifie cette relation d'affaire de jeu. Expliquer donc sa nature.
  - Expliquer pourquoi ces partenaires écartent leur opportunisme.

Exercice 1 : (7pts)

1. Soit le programme linéaire suivant :

$$\begin{array}{ll} \text{Max} & Z = x + 2y \\ \text{Sous} & 2x + y \leq 10 \\ & x + y \leq 12 \\ & 4x + y \leq 60 \\ & x \geq 0 \quad y \geq 0. \end{array}$$

- Préciser les étapes à suivre pour résoudre ce problème à l'aide du solveur (saisie du problème et paramétrage notamment).

2. Soit le programme linéaire suivant :

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} && Z = 5x + 2y \\
 & \text{Sous} && 2x + 3y \leq 13 \\
 & && -x - 2y \leq -12 \\
 & && 4x + y = 22 \quad \checkmark \\
 & && x \leq 0 \quad y \geq 0.
 \end{aligned}$$

$2x + 3y + e_1 = 13$   
 $x + 2y - e_2 + a_2 = 12$   
 $4x + y + a_3 = 22$

- Ecrire le problème sous la forme standard.
- Donner le programme dual.

Exercice 2 : (7 pts)

1. Soit le tableau du simplexe relatif à un problème de maximisation :

	X1	X2	E1	E2	E3	E4	E5	
E1	0	0	1	-5/3	0	0	0.8	6 400
X1	1	0	0	10/3	0	0	-2	8 000
E3	0	0	0	-2/3	1	0	0.2	5 600
E4	0	0	0	-10/3	0	1	2	12 000
X2	0	1	0	0	0	0	1	16 000
Z	0	0	0	-4000/3	0	0	300	11 200 000

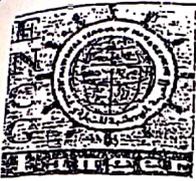
- Déterminer le résultat optimal.

2. Sept élèves, désignés par A,B,C,D,E,F et G se sont rendus à la bibliothèque la même matinée. Le tableau suivant précise « qui a rencontré qui »

Elèves	A	B	C	D	E	F	G
A rencontré	D,E	D,E,F,G	E,G	A,B,E	A,B,C,D,F,G	B,E,G	B,C,E,F

- Représenter le graphe des rencontres.

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE**



Examen final de la Recherche Opérationnelle  
Semestre7 Janvier 2010

Responsable : N.AMINE  
 Durée de l'épreuve : 2H

*Ajoub*

Questions de cours :(4pts)

1. Discuter les hypothèses de la Programmation Linéaire. ✗
2. Pourquoi dans la méthode des Pénalités on affecte les variables artificielles, dans la fonction économique, des coefficients «M» très grands. ✓

Exercice 1 : (4pts)

Soit le tableau du simplexe relatif à un problème de maximisation :

	$e_1$	$e_2$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
	x	y	E1	E2	E3	E4	E5	
E1	0	0	1	-5/3	0	0	0.8	6 400
-x	1	0	0	10/3	0	0	-2	8 000
E3	0	0	0	-2/3	1	0	0.2	5 600
E4	0	0	0	-10/3	0	1	2	12 000
y	0	1	0	0	0	0	1	16 000
z	0	0	0	-4000/3	0	0	1/300	11 200 000

*Dégénéré*

1. Déterminer le résultat optimal.
2. En déduire le tableau final dual.
3. Changer le tableau primal final pour que :
  - a) La solution soit multiple.
  - b) La solution soit dégénérée.

*0 → Multiple*

Exercice2: (4pts)

1- Ecrire le programme dual du programme lineaire suivant :

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 16x + 2y + z \\ \text{Sous } 6x - y + 2z &\leq 10 \\ y + 2z &\geq 12 \\ 2x + y - 6z &= 8 \\ x \geq 0 \quad y : \text{sans restriction de signe} \quad z &\geq 0 \end{aligned}$$

2- Ecrire sous la forme standard le programme lineaire suivant :

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 3x + 10y \\ \text{sous } 8x + y &\leq -60 \\ 4x - y &\leq 24 \\ x \geq 0 \quad y &\geq 0. \end{aligned}$$

Exercice3: (4pt)

$$\text{Min } Z = 3x + 2y + 5z$$

Sous

$$x + y + 2z \geq 15$$

$$x + 3y + z \geq 10$$

$$x \geq 0 \quad y \geq 0 \quad z \geq 0.$$

Sachant que :  $C^R - C^B B^{-1} R = (3 - 2M, 2 - 4M, 5 - 3M, M, M)$  ?

Determiner la solution minimale en utilisant la methode des penalités.

Exercice4 : (p4ts)

1. Expliquer en se referant a un exemple les notions de :

➤ Sous graphe. ✓

➤ Graphe partiel. ✗

2. Soit la matrice booléenne suivante :

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	1	0	1
2	1	0	1	0	0	0
3	0	1	0	1	1	1
4	1	0	1	0	1	0
5	0	0	1	1	0	1
6	1	0	1	0	1	0

a) Donner le graphe associé a cette matrice.

b) Décomposer le graphe en niveau

DOCUMENTS ET MACHINES NE SONT PAS AUTORISES