

EXAMEN FINAL**Automne 2007****Durée de l'épreuve : 2 heures**

- Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de la totalité du texte du sujet avant de répondre à toute question.
- Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation, aux schémas et à la présence d'unité de mesure. Les résultats seront encadrés.

Les exercices sont indépendants - Documentation : Une feuille A4 recto/verso est autorisée

Les parties A et B sont indépendantes. Elles devront être rédigées sur des copies séparées

PARTIE A (14 points):**Exercice 1: Maximisation des profits par optimisation**

Une entreprise commercialisant des scooters fait appel à 3 usines sous-traitantes fabriquant : Motorisation (électrique et thermique) ; Châssis-Carcasse ; accessoires et assemblages des produits.

- ✚ Deux produits sont commercialisés par cette entreprise :
 - A : Scooters électriques
 - B : Scooters thermiques
- ✚ Il y a une demande illimitée pour les produits.
- ✚ Les profits par lot sont: A: 2000€ B: 3000€
- ✚ Les temps de production pour chaque lot produit par heure sont :
 - Sous-traitant 1 : A: 1 B: 0
 - Sous-traitant 2 : A: 0 B: 2
 - Sous-traitant 3 : A: 3 B: 2
- ✚ Les temps de production disponible en % par semaine qu'accorde chaque sous-traitant à ce travail sont (ceci est fait dans un souci de diversifier leurs clientèles) :
 - Sous-traitant 1 : 4 Sous-traitant 2 : 12 Sous-traitant 3 : 18

Formulation du problème

- 1) Résumez sur le tableau suivant les données pour chaque usine

Usine	Temps de production		Temps disponible par semaine en %
	A	B	
1			
2			
3			
Profit			

Objectif : Maximiser les profits

- 2) Définissez les variables de décision
- 3) Formuler mathématiquement l'objectif cité.
- 4) Définissez les contraintes pour chaque usine
- 5) Trouvez le coût optimal par les calculs numériques.
- 6) Tracez la zone limitée par l'ensemble des équations de contraintes du problème et par les limites des variables de décision
- 7) Déplacez de la fonction objectif à l'intérieur de la zone de solution réalisable pour atteindre un extremum. Comparez avec le résultat précédent.

Exercice 2: Minimisation de l'énergie par la commande optimale

Soit un système modélisé par les équations d'état suivantes :

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 + u \\ \dot{x}_2 &= -u\end{aligned}$$

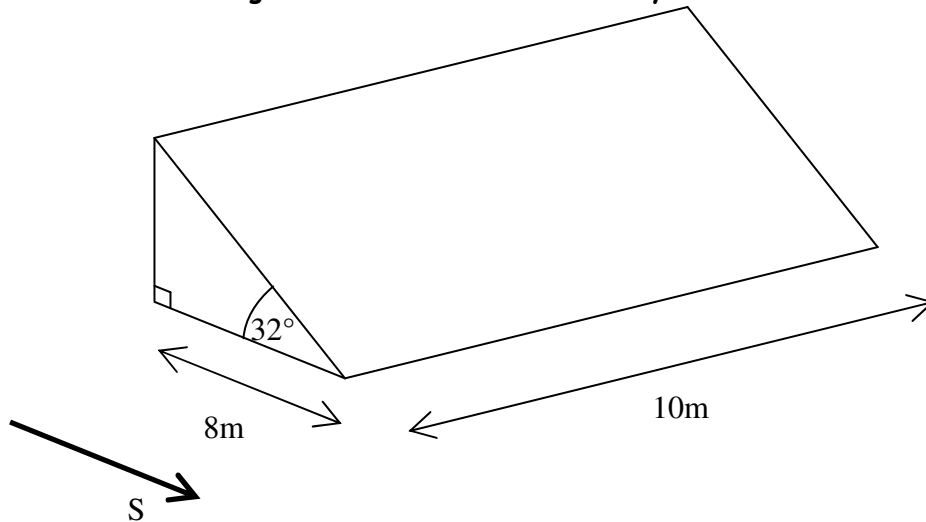
On souhaite stabiliser ce système vers l'origine par la commande u .
Le but de cette commande doit être atteint en utilisant le minimum d'énergie.

- 1) Donnez la fonction coût représentant le critère d'optimalité.
- 2) Donnez l'expression du Hamiltonien.
- 3) Résolvez les équations canoniques d'Hamilton et donnez l'expression de la commande optimale minimisant l'énergie.
- 4) Redonnez les équations d'état du système en injectant la commande optimale et proposez une méthode pour la détermination des éventuelles constantes d'intégration issues de la résolution des équations canoniques d'Hamilton.

PARTIE B (6 points): Photovoltaic System Design

The Department of Electrical Engineering and Control Systems (GES) at UTBM has decided to install a photovoltaic system. This will be positioned on a south facing roof on the university site in Belfort. The roof surface available is shown below in Figure 1.

Figure 1 Roof for Photovoltaic System



The BP Solar 3160 module has been selected for the system (see Table 1). A number of Sunny Boy Inverters have also been identified (Table 2).

1. How many modules are required to make best use of the roof surface area available?

2. Which inverter would be most appropriate? To calculate this you must consider the number of modules in series and the number of parallel lines of series-connected modules.

3. What is the cost of the equipment for the system (modules + inverter)?

4. Students have kindly agreed to install the system, so there are no installation costs. In order to recover the investment in 10 years, what price should be charged per kWh of electricity? A simple method for calculating the output of a system is shown below. Compare with the price that EDF pay for this energy (Jan-2008) and conclude.

Annual Solar Irradiation for Belfort on a south-facing surface inclined at 32°: 1300kWh/m².year

This is equivalent to 1300 hours at STC conditions

System output (Wh/year) = Number of modules × Module peak power × Annual solar irradiation



Table 1 Data for PV Module


Photovoltaic Module	Module photo	P_{MPP} (W) \equiv (Wp)	V_{MPP} (V)	V_{OC} (V)	I_{MPP} (A)	I_{SC} (A)	Width (m)	Height (m)	Cost (€/Wp installed)
Rooftop Solution: BP Solar BP 3160		160	35.1	44.2	4.55	4.8	0.79	1.59	3

Table 2 Inverter Datasheet

Inverter	Max DC Power (W)	Max DC Voltage (V)	Cost (€)
A) SB 8_640	8000	640	8000
B) SB 8_760	8000	760	12000
C) SB 11_980	11000	980	16000
D) SB 11_1100	11000	1100	22000